

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
FELSEFE (BİLİM TARİHİ) ANABİLİM DALI

IŞIĞIN NİTELİĞİ ve GÖRME KURAMI ADLI BİR OPTİK
ESERİ ÜZERİNE ARAŞTIRMA

DOKTORA TEZİ

**ANKARA YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

Danışman
Prof. Dr. SEVİM TEKELİ

Hazırlayan
HÜSEYİN GAZİ TOPDEMİR

ANKARA - 1994

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	xii
GİRİŞ	1
I. Kitabın Niteliği ve Nüshaları	2
II. Çalışmanın Yöntemi	4
III. Takîyüddîn'in Yaşamı ve Yapıtları	6
IV. Menazır Sözcüğü Üzerine.....	12
BİRİNCİ KISIM	16
YORUM.....	16
BİRİNCİ BÖLÜM	17
TAKİYÜDDİN'İN BİRİNCİ KİTABININ ANALİZİ : DOĞRUDAN GÖRME [DIRECT VISION]	17
I. TARİHSEL ARKA-PLÂN.....	18
I. 1. ANTİKÇAĞ'DAKİ DURUM.....	20
I. 1.1. GENEL YAKLAŞIMLAR.....	20
I.1.2. GÖZİŞİN KURAMCILARI.....	26
a) Euclid.....	26
b) Batlamyus	29
I.2. İSLÂM DÜNYASI.....	32
I.2.1. GÖZİŞİN KURAMCILARI.....	32
a) el- Kindî	32
b) el-Fârâbî.....	36
I.2.2. NESNEİŞİN KURAMCILARI.....	40
a) İbn Sînâ	40
b) İbn el-Heysen	45
c) Kemâlüddîn el-Fârîsî	51
I.2.3. MİSTİK GÖRÜŞ	59
a) Suhreverdî	59
I.3. BATI DÜNYASI.....	63
I.3.1. GENEL YAKLAŞIMLAR.....	63
a) Conches'li William	66
b) Adelard	67
I.3.2. MİSTİK GÖRÜŞ	69
a) Robert Grosseteste	69

I.3.3. SENTEZCİ YAKLAŞIMLAR.....	74
a) Albert Magnus	74
b) Roger Bacon	76
c) John Pecham	78
d) Witelo	83
II. TAKİYÜDDİN'İN BİRİNCİ KİTABININ YORUMU :	
DOĞRUDAN GÖRME.....	87
II.1. GİRİŞ BÖLÜMÜ.....	88
II.2. BİRİNCİ BÖLÜM.....	91
DOĞRUDAN GÖRMENİN ÖZELLİKLERİ	91
II.3. İKİNCİ BÖLÜM.....	101
IŞIK ve YAYILIMININ ÖZELLİKLERİ.....	101
II.4. ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	123
IŞIĞIN GÖZE VE GÖRMEYE ETKİSİ.....	123
II.5. DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	126
GÖZÜN YAPISI	126
II.6. BEŞİNCİ BÖLÜM.....	138
GÖRMENİN NİTELİKLERİ ve OLUŞUMU	138
II.7. ALTINCI BÖLÜM.....	143
GÖZ HASTALIKLARI ve GÖRME	
KUSURLARI	143
İKİNCİ BÖLÜM.....	152
TAKİYÜDDİN'İN İKİNCİ KİTABININ ANALİZİ :	152
YANSIMAYLA OLUŞAN GÖRÜNTÜLERİN AÇIKLANMASI	
[CATOPTRICS].....	152
I. TARİHSEL ARKA-PLÂN.....	153
I.1. GİRİŞ.....	153
I.2. ANTİKÇAĞ'DAKİ DURUM.....	155
a) Heron	155
b) Batlamyus	158
I.3. İSLÂM DÜNYASI.....	162
a) İbn el-Heysem	162
b) Kemâlüddin el-Fârisî.....	166
I.4. BATI DÜNYASI.....	170
a) Witelo	171
b) John Pecham	172
II. TAKİYÜDDİN'İN İKİNCİ KİTABININ YORUMU :	
YANSIMA.....	175

II.1. GİRİŞ BÖLÜMÜ	176
II.2. BİRİNCİ BÖLÜM.....	177
YANSIYAN IŞIĞIN ÖZELLİKLERİ.....	177
II.3. İKİNCİ BÖLÜM.....	180
YANSIMANIN NİTELİKLERİ.....	180
II.4. ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	186
YANSITICI NESNELERİN ÖZELLİKLERİ	186
II.5. DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	188
YANSIMAYLA OLUŞAN GÖRÜNTÜLERİN	
ÖZELLİKLERİ	188
II.6. BEŞİNCİ BÖLÜM.....	190
YANSIMAYLA GÖRÜNTÜNÜN OLUŞUMU	190
II.7. ALTINCI BÖLÜM.....	193
YANSIMAYLA OLUŞAN GÖRME	
KUSURLARI	193
BİRİNCİ AMAÇ	193
İKİNCİ AMAÇ.....	198
ÜÇÜNCÜ AMAÇ	200
DÖRDÜNCÜ AMAÇ.....	201
YANSIMAYA BAĞLI OLARAK OLUŞAN	
GÖRME KUSURLARI	208
BİRİNCİ BÖLÜM	208
İKİNCİ BÖLÜM.....	211
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	212
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM.....	213
BEŞİNCİ BÖLÜM.....	214
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	215
TAKİYÜDDİNİN ÜÇÜNCÜ KİTABININ ANALİZİ :	
KIRILMAYLA OLUŞAN GÖRÜNTÜLERİN İNCELENMESİ	
[DIOPTRICS]	215
I. TARİHSEL ARKA-PLÂN.....	216
I.1. GİRİŞ BÖLÜMÜ	216
I.2. ANTİKÇAĞ'DAKİ DURUM.....	217
a) Cleomedes	217
b) Batlamyus	219
I.3. İSLÂM DÜNYASI.....	224
a) İbn el-Heysem	224
b) Kemâlüddîn el-Fârîsî.....	230

I.4. BATI DÜNYASI.....	240
a) Roger Bacon	240
b) John Pecham	249
c) Witelo	253
TAKİYÜDDİNİN ÜÇÜNCÜ KİTABININ YORUMU :	
KIRILMA	258
II. 1. GİRİŞ BÖLÜMÜ	259
II. 2. BİRİNCİ BÖLÜM.....	260
KIRILAN IŞIĞIN ÖZELLİKLERİ	260
II. 3. İKİNCİ BÖLÜM.....	265
KIRILMANIN ÖZELLİKLERİ	265
II. 4. ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	274
KIRILMAYLA OLUŞAN GÖRME.....	274
II. 5. DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	278
KIRILMA AÇILARININ ORANLARI.....	278
II. 6. BEŞİNCİ BÖLÜM.....	281
GÖRÜNTÜ VE GÖRÜNTÜ KONUMLARI.....	281
Kırılmadan Dolayı Göksel Nesnelerin Miktarları ve Uzaklıkları ile İlgili Hataların Nedenlerinin Bilinmesi Konusunda Bölüm	289
SONUÇ	295
İKİNCİ KISIM.....	306
ÇEVİRİ	306
GİRİŞ	312
BİRİNCİ KİTAP	316
BİRİNCİ BÖLÜM.....	317
Uyarı	319
Kural	319
İKİNCİ BÖLÜM	323
Uyarı	324
Uyarı	326
Ek	330
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	339
Sonuç.....	340
Genel sonuç.....	342
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	343
BEŞİNCİ BÖLÜM	347
ALTINCI BÖLÜM.....	356

İKİNCİ KİTAP	386
GİRİŞ	387
BİRİNCİ BÖLÜM	388
İKİNCİ BÖLÜM	394
GİRİŞ	394
AYNALARLA YAPILAN DENEYLERİN NİTELİKLERİ HAKKINDA BÖLÜM	400
Uyarı	402
Tenkih	409
Tekmile	409
Matlub	410
Sual	410
Cevap	410
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	413
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	415
ÖZET	419
SONUÇ	420
BEŞİNCİ BÖLÜM	421
ALTINCI BÖLÜM	425
BİRİNCİ AMAÇ	425
GİRİŞ	425
İKİNCİ AMAÇ	431
GİRİŞ	432
ÜÇÜNCÜ AMAÇ	436
DÖRDÜNCÜ AMAÇ	438
BEŞİNCİ AMAÇ	448
YANSIMAYLA ORTAYA ÇIKAN GÖRME KUSURLARIYLA İLGİLİ KISMIN SONUCU	451
BİRİNCİ BÖLÜM	451
BUNUN KANITLANMASI	453
BUNUN KANITLAMASI	454
Uyarı	458
Uyarı	459
İKİNCİ BÖLÜM	466
Uyarı	469
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	471
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	472

Uyarı.....	477
Uyarı.....	479
Diğer bir uyarı.....	480
BEŞİNCİ BÖLÜM.....	482
ÜÇÜNCÜ KİTAP.....	484
BİRİNCİ BÖLÜM.....	485
İKİNCİ BÖLÜM.....	489
BUNUN ANALİZİ VE İNCELENMESİ.....	495
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	499
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM.....	503
BEŞİNCİ BÖLÜM.....	507
KIRILMAYLA OLUŞAN GÖRME KUSURLARIYLA İLGİLİ	
KISMİN SONUCU.....	515
KIRILMADAN DOLAYI GÖKSEL NESNELERİN	
MİKTARLARI VE UZAKLIKLARI İLE İLGİLİ HATALARIN	
NEDENLERİNİN BİLİNMESİ KONUSUNDA BÖLÜM.....	542
Giriş.....	542
Bölümün Sonucu.....	549
ÜÇÜNCÜ KISIM.....	556
METİN.....	556
KİTABU NÛR HADAKAT EL-EBSÂR VA NÛR HADİKAT EL-ENZÂR.....	557
SADIR.....	564
EL-MİRSAD EL-EVVEL.....	568
EL-FASL EL-EVVEL.....	568
EL-FASL EL-SÂNÎ.....	574
Tenbih.....	577
EL-FASL EL-SÂLÎS.....	591
EL-FASL EL-RAB'Î.....	595
EL-FASL EL-HÂMÎS.....	598
Hatime Lî Haza EL-Fasl.....	604
EL-FASL EL-SÂDÎS.....	607
EL-MİRSAD EL-SÂNÎ.....	637
EL-SADIR.....	638
EL-FASL EL-EVVEL.....	639
EL-FASL EL-SÂNÎ.....	645
EL-SADIR.....	645
Bab Fî Keyfiyet El-'İtibâr El-Meraî.....	650
Tahkik.....	660

Tenkîh	660
Tekmile	660
Matlub	661
Sual	661
Cevab	661
EL-FASL EL-SÂLÎS	664
EL-FASL EL-RÂB'Î	666
EL-FASL EL-HÂMÎS	672
EL-FASL EL-SÂDÎS	676
EL-MAKSAD EL-EVVEL	676
EL-SADIR	676
EL-MAKSAD EL-SÂNÎ	683
Mukaddime	684
EL-MAKSAD EL-SÂLÎS	689
EL-MAKSAD EL-RÂB'Î	692
EL-MAKSAD EL-HÂMÎS	703
HATİME EL-MİRSAD	705
EL-FASL EL-EVVEL	705
EL-FASL EL-SÂNÎ	723
EL-FASL EL-SÂLÎS	728
EL-FASL EL-RÂB'Î	729
EL-FASL EL-HÂMÎS	740
EL-MİRSAD EL-SÂLÎS	742
EL-FASL EL-EVVEL	743
EL-FASL EL-SÂNÎ	747
EL-FASL EL-SÂLÎS	758
EL-FASL EL-RÂB'Î	763
EL-FASL EL-HÂMÎS	768
Hatime el-Mirsad	776
Hatime el-Fasl	814
SÖZLÜK	822
AD VE KAVRAM DİZİNİ	846
KAYNAKÇA	854
SUMMARY	862

ÇİZİMLER TABLOSU

Şekil 1, Euclid'e göre görme konisi.....	28
Şekil 2, el-Kindî'nin görüntüsel veri yorumu.....	34
Şekil 3, el-Kindî'ye göre görme konisi.....	35
Şekil 4, İbn Sînâ'ya göre görme geometrisi.....	44
Şekil 5, Bacon'a göre görsel piramid.....	77
Şekil 6, Uzaklaşmayla gittikçe küçülen görme konisi.....	98
Şekil 7, Takîyüddîn'e göre ışınların nasıl koni oluşturduklarının geometrik kanıtı	99
Şekil 8, Simetrik koniler.....	107
Şekil 9, Huygens'e göre Küresel yayılım.....	112
Şekil 10, Takîyüddîn'e göre Küresel yayılım.....	115
Şekil 11, Takîyüddîn'e göre Göz küresi.....	129
Şekil 12, Takîyüddîn'e göre göz anatomisi ve görmenin oluşumu.....	131
Şekil 13, Kepler'e göre göz şeması.....	134
Şekil 14, Çağdaş bilgiye göre göz şeması.....	135
Şekil 15, Eşit büyüklüklerin farklı görünümü.....	145
Şekil 16, Heron'un yansıma kanunu kanıtlaması.....	157
Şekil 17, Batlamyus'a göre yansıma geometrisi.....	158
Şekil 18, Batlamyus'un yansıma kanununu kanıtlamakta kullandığı dereceli disk.....	159
Şekil 19, İbn el-Heysen'in yansıma kanununu kanıtlaması.....	163
Şekil 20, İbn el-Heysen'e göre küresel sapınç.....	165
Şekil 21, Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin düzlem aynada yansıma kanununu kanıtlaması.....	167
Şekil 22, Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin tümsek aynada yansıma kanununu kanıtlaması.....	169
Şekil 23, Witelo'ya göre küresel sapınç.....	171
Şekil 24, Pecham'ın yansıma kanunu kanıtlaması.....	1173
Şekil 25, Pecham'a göre düzlem ayada görüntü oluşumu.....	174

Şekil 26, Takîyüddîn'in yansımayı incelemek için hazırladığı düzenek.....	182
Şekil 27, Takîyüddîn'in yansımayı incelemek için hazırladığı düzeneğin üç boyutlu görünümü.....	183
Şekil 28, Kemâlüddîn el-Fârîsî'ye göre çoklu yansıma.....	191
Şekil 29, Takîyüddîn'e göre düzlem aynada görüntü konumunun belirlenmesi.....	194
Şekil 30, Düzlem aynada görüntünün aslına eşit ve aynanın içine gömülmüş olarak görünmesi	194
Şekil 31, Düzlem aynada görüntünün aslına eşit görünmesi	195
Şekil 32, Gelen ve yansıyan ışın konileri	197
Şekil 33, Takîyüddîn'e göre tümsek küresel aynada görüntü konumunun belirlenmesi.....	199
Şekil 34, Takîyüddîn'e göre, çukur aynada görüntü oluşumu	202
Şekil 35, Çukur aynada görüntü konumunun belirlenmesi	203
Şekil 36a, Nesnenin sonsuzda bulunması	203
Şekil 36b, Nesnenin aynanın kavislilik merkezinin gerisinde bulunması	203
Şekil 36c, Nesnenin aynanın kavislilik merkezinde bulunması	204
Şekil 36d, Nesnenin odak ve kavislilik merkezi arasında bulunması	204
Şekil 36e, Nesnenin odakta bulunması	204
Şekil 36f, Nesnenin odak ve ayna arasında bulunması	205
Şekil 37a, Görüntünün oluşmaması durumu	205
Şekil 37b, Görüntü noktasının belirlenmesi	206
Şekil 38, Takîyüddîn'e göre çukur küresel aynada görüntü oluşumu	206
Şekil 39, Takîyüddîn'e göre düzlem aynada görüntünün aslından daha küçük olması	208
Şekil 40, Takîyüddîn'e göre düzlem aynada görüntünün aslından daha büyük görünmesi	209
Şekil 41, Takîyüddîn'e göre düzlem aynada görüntünün aslına eşit olması	210
Şekil 42, Tümsek aynada görüntü oluşumu	211
Şekil 43, Takîyüddîn'e göre küresel tümsek aynada görüntü oluşumu	211
Şekil 44, Ay tutulması	218
Şekil 45, Paradoxial Ay tutulması	219

Şekil 46, Batlamyus'un kırılma ölçümlerinde kullandığı araç	221
Şekil 47, Batlamyus'un havadan cama giren ışığın oluşturduğu kırılma açılarını ölçmekte kullandığı araç	222
Şekil 48, İbn el-Heysem'e göre kırılma geometrisi	226
Şekil 49, Kırılma açısının gösterimi	228
Şekil 50, Az yoğunundan çok yoğununa geçerken oluşan kırılma	233
Şekil 51, Az yoğun ortamda oluşan kırılma.....	235
Şekil 52, Farklı ortamlardaki bir nesnenin görüntü konumları	237
Şekil 53, Bacon'a göre düzlem yüzeyde kırılma (havadan suya)	242
Şekil 54, Bacon'a göre düzlem yüzeyde kırılma (sudan havaya)	242
Şekil 55, Bacon'a göre küresel yüzeyde kırılma (havadan suya).....	242
Şekil 56, Bacon'a göre küresel yüzeyde kırılma (sudan havaya)	242
Şekil 57, Bacon'a göre kırılma geometrisi (az yoğunundan çok yoğununa).....	243
Şekil 58, Bacon'a göre kırılma geometrisi (çok yoğunundan az yoğununa).....	243
Şekil 59a, Bacon'a göre çukur küresel yüzeyde kırılma	244
Şekil 59b, Bacon'a göre çukur küresel yüzeyde kırılma	245
Şekil 59c, Bacon'a göre çukur küresel yüzeyde kırılma	245
Şekil 59d, Bacon'a göre çukur küresel yüzeyde kırılma	245
Şekil 60a, Bacon'a göre tümsek küresel yüzeyde kırılma	246
Şekil 60b, Bacon'a göre tümsek küresel yüzeyde kırılma	246
Şekil 60c, Bacon'a göre tümsek küresel yüzeyde kırılma	247
Şekil 60d, Bacon'a göre tümsek küresel yüzeyde kırılma	247
Şekil 61, Pecham'a göre kırılmayla görüntü oluşumu	250
Şekil 62, Kırılan, yansıyan ve dağılan ışınlar.....	261
Şekil 63, Saydam bir ortamın yüzeyine düşen ışının uğradığı değişim	262
Şekil 64, Paralel gelen ışınların mercekle bir noktada toplanması.....	263
Şekil 65, Takîyüddîn'e göre kırılma geometrisi.....	266
Şekil 66, Takîyüddîn'e göre kırılma açısının farklı yoğunluklu ortamlara göre değişmesi.....	267
Şekil 67, Takîyüddîn'in kırılmayı incelemekte kullandığı araç	273
Şekil 68, Takîyüddîn'e göre kırılma geometrisi.....	275
Şekil 69, Takîyüddîn'e göre farklı ortamlar için kırılma geometrisi	278
Şekil 70, Takîyüddîn'e göre düzlem yüzeyli ortamlarda kırılma	284
Şekil 71a, İnce kenarlı mercekle ışığın bir noktada odaklanması.....	285
Şekil 71b, İnce kenarlı mercekte görüntü oluşumu.....	286

Şekil 72, Nesnenin sonsuzda bulunması	286
Şekil 73, Nesnenin iki odak uzaklığından daha uzakta bulunması	287
Şekil 74, Nesnenin $2F'$ 'de bulunması	287
Şekil 75, Nesnenin F' 'nin gerisinde bulunması	287
Şekil 76, Nesnenin odakta bulunması	287
Şekil 77, Nesnenin odak ve mercek arasında bulunması	288
Şekil 78, Takîyüddîn'e göre atmosferik kırılmanın geometrik açıklaması	291
Şekil 79, Çin'de kullanılmış olan gözlem tüpü	293



ÖNSÖZ

Bilimsel çalışmalar, diğer insansal etkinliklerde olduğu gibi, bir devamlılık gösterirler. Geçmişten günümüze değgin uzayıp gelen bu süreçte, devamlılığı oluşturan her çalışmayı incelemek, güncelleştirmek ve değerlendirmek, hem entellektüel kültürün önemli bir ögesi olan bilimin gelişimini, geçirdiği aşamaları izleyebilmek ve hem de belirli bir bilim dalında zaman zaman ortaya çıkan ve olağanüstü bir başarıymış duygusu uyandıran gelişmelerin gerçek niteliğini ve nedenlerini anlamak ve gösterebilmek olanağını sağlar.

Bu amaçla, yukarıda belirtilen devamlılığı sağlamada önemli bir adımı temsil ettiğine inandığımız ve üzerinde hiçbir çalışma yapılmamış bulunan Takîyüddîn'in *Kitabu Nûrî:Hadâkatî:el-Ebşâr ve Nûrî:Hadîkatî:el-Enzâr* adlı optik yapıtını, yukarıda belirtilen amaçlar doğrultusunda incelemeyi ve optik biliminin tarihindeki yerini göstermeyi hedefledik.

Çalışmamın her aşamasında büyük bir titizlik ve sabırla çalışmalarımı izleyip, denetleyen ve karşılaştığım güçlükleri aşmamda, danışmanım sayın Prof. Dr. Sevim TEKELİ'nin büyük yardımlarını gördüm.

Hüseyin Gazi Topdemir

Ankara/ 1994

GİRİŞ

Genellikle kaynak yapıtlara yönelik araştırmalar, hem bilimsel bilginin oluşum sürecinin anlaşılmasını sağlaması hem de kültürel tarih incelemeleri bakımından son derece önemlidir. Özellikle böylesi çalışmalar kendi kültürel tarihimiz bakımından ise tam bir gerekliliktir. Çünkü bilimsel kaynak yapıt incelemeleri açısından tarihimiz gereğince aydınlatılmamıştır. Öyle ki Osmanlı İmparatorluğu'nun, hem siyasi hem de diğer etkinlikler bakımından en parlak dönemi olan 16. yüzyıl dahi pek çok bilim dalları bakımından henüz yeterince araştırılmamıştır. Örneğin Optik bilimi hakkında böyle bir çalışma yapılmış olmadığından, bu konu hakkında bir değerlendirmeye gitmek olanaklı değildi. Oysa Astronomi Tarihi sözkonusu olduğunda tamamen farklı bir durum ortaya çıkmakta ve bu konuda nelerin yapılabildiği ve nasıl bir bilgi düzeyine ulaşıldığı hakkında bir değerlendirme rahatlıkla yapılabilmektedir. Çünkü bu konuda bize değerlendirme yapma olanağı tanıyacak çok değerli araştırmalar yapılmıştır. Optik bilimi açısından ise yaptığımız bu çalışmadan önce böyle bir değerlendirmeye gitmek bir yana, Osmanlı İmparatorluğu'nda bu konuda çalışılıp alışılmadığına yönelik her hangi bir yargıda bulunmak dahi olanaklı değildi.

Dolayısıyla, bugüne kadar hiçbir çalışmanın yapılmadığı bu konuyu, en azından bir dönemi bakımından da olsa, aydınlatacak bir çalışmanın yapılmasının gerekliliği son derece açıktır. Gerçekte böylesi bir konuda inceleme yapmak bir seçim olmaktan çok kendi bilim tarihimiz açısından bir zorunluluktur.

İşte bu amaçla, Takîyüddîn'in "*Kitabu Nûr' Hadaqati el-Ebşar ve Nûr' Hadaqati el-Enzar*" adlı optik yapıtını araştırma konusu yaptık. Bunun nedeni de öncelikle bu kitabın bugüne kadar hiçbir incelemeye konu edilmemiş olması ve aynı zamanda, bilindiği kadarıyla bu dönemde, büyük olasılıkla da İmparatorluğun bütün tarihi boyunca optik konusunda yazılmış tek kitap olmasıdır.

I. Kitabın Niteliği ve Nüshaları:

Takîyüddîn'in *Kitabu Nûr' Hadaqati el-Ebşâr ve Nûr' Hadaqati el-Enzâr* adlı yapıtının iki nüshasını bulabildik. Bunlardan birisi İstanbul'da Süleymaniye Kütüphanesi, Laleli 2558 numarada kayıtlı bulunmaktadır. Bu nüsha 72 varaktır. Her varak 27 satırdan oluşmaktadır. Üzerinde "Vakafe Zamanın Sultanı Gazi Sultan Selim Han ibn Sultan Mustafa Han 1874", ibaresini taşıyan bir vakıf mührü vardır. Yapıtın Giriş bölümünde bu nüshanın el-Kerîm ibn el-Kerîm ibn el-Kerîm Molla

Çelebî Efendi Abdülkerîm'e sunulduğu belirtilmektedir. Yapıtı istinsah eden belli değildir.

Kitabın fiziksel nitelikleri ise şöyledir:

Yapıt 27.9 x 17 dış ve 18.7 x 8.5 iç boyutlarında olup, âhâr¹ lı, krem rengi orta kalınlıklı kağıda, oldukça okunaklı nesih tarzında yazılmıştır. Cildi kahverengi sahtiyân², soğuk şemse³ li, şemsesinin içi bordo deri kaplanmış, tığlı, cetvelli, zencirekli ve mikleb⁴lidir. Miklebinde salbek vardır. Kapak içleri ise ebrû⁵ lu ve şiraze⁶lidir. Cild sonradan tamir görmüştür.

Metin siyah mürekkeple yazılmış, buna karşılık noktalar, medler, bölüm başlıkları, alt başlıklar, madde başları, çizimler, terimler ve uyarıcı nitelikteki kelimeler de ise kırmızı mürekkep kullanılmıştır. Yapıtın 1a, 23b, 54b ve 72b varakların da ise yukarıda açıklaması verilen vakıf mührü bulunmaktadır.

Diğer nüsha ise Oxford, Bodleian Kütüphanesi'nde Marsh 119 numarada kayıtlıdır. Bu yazma 25.9 x 17.4 boyutlarında olup, toplam 83 varaktır. 1. varak a sayfası 27 satır, b sayfası ve 2. varak a sayfası 28 satırdan, diğer bütün sayfalar ise 27 satırdan oluşmuştur. Bu nüsha da oldukça düzgün, okunaklı ve nesih tarzında yazılmıştır. Giriş bölümünde bu nüshanın III. Murad'a sunulduğu belirtilmiştir. Son sayfanın son

¹ nişastalı yumurta sürülmüş kağıt.

² sepilenererek (tabaklanarak) boyanmış ve cilalanmış deri.

³ cild kapağının ortasındaki oval süs.

⁴ cild kapağının sol tarafındaki fazla parça.

⁵ yardımcı bir süsleme olarak kullanılan, hâreli (dalgalı), motifli boyama.

⁶ cildin iki ucunda bulunan ve yaprakları muntazam tutan ibrişimden (ipek) örülmüş ince şerit.

paragrafında ise Takîyüddîn'in uzun künyesi verilmiştir. Yine bu kısımda Takîyüddîn'in imzası bulunmaktadır. Bundan dolayı bu nüshanın Takîyüddîn'in kendi otoğrafik nüshası olduğunu düşünmek doğru olur. Nitekim Süleymaniye nüshasında bu paragraf bulunmamaktadır. Yine bu paragrafta kitabın 982/1574'ün başlarında tamamlandığı belirtilmiştir. Ayrıca bu nüshanın boş olan en son varakına ise Muhammed ibn Ebû el-Hasan el-Hebdeği (Heydiği) adlı bir kimse tarafından kitabı öven bir övgü yazılmıştır. Burada bu övgünün 983 yılının mübarek Şevval ayının 24. günü yazıldığı belirtilmektedir. Bu notta kitabın çok mükemmel olduğu belirtilmekte ve hatta onu Platon, Aristo ve Euclid görsellerdi şaşırırlardı denilmektedir.

II. Çalışmanın Yöntemi:

Takîyüddîn'in bu yapıtı üç ana kısımdan (mirşad) oluşmaktadır. Birinci kısım (mirşad el-evvel) **doğrudan görme** (direct vision), ikinci kısım (mirşad el-şani) **yansıma** (catoptrics) ve üçüncü kısım (mirşad el-şaliş) da **kırılma** (dioptrics) konusuna ayrılmıştır. Takîyüddîn her kısımda ele aldığı konuları bütün yönleriyle ve ayrıntılı olarak tartışmıştır. Onun sunduğu bu açıklamaların güncelliğini ve tarihsel olarak değerli olup olmadığını çok açık ve net olarak ortaya koyabilmek ve tam olarak anlaşılabilmesini sağlayabilmek için, öncelikle tartışılan konunun ne olduğu, tarihsel süreçte ne gibi aşamalardan geçtiği ve

Takîyüddîn'in zamanında hangi noktaya ulaştığının serimlenmesi bir genel gereklilik göstermektedir. Zaten böylesi bir çalışma da tarihsel bir çalışmadır; ve yöntemi de, ister istemez, belgeye dayalı bir araştırma yöntemi olacaktır. Bu tür bir yöntemle çalışmanın ise üç aşaması vardır:

1. Araştırmaya konu oluşturan yapının tam metnini oluşturmak. Bunun için yaptığımız araştırma sonucu yapının iki nüshasının olduğunu bulduk. Süleymaniye nüshasının Abdülkerim Efendiye, Oxford nüshasının ise Sultan III. Murad'a sunulmuş olduğunu belirtmiştik. Bu anlamda Süleymaniye nüshasının daha sonra yazılmış olduğunu düşünmek doğru olur. Çünkü kadiya sınılan bir kitabın, daha sonra padişaha sunulmuş olması doğal ve anlamlı görünmemektedir. Padişaha sunulmuş olması dolayısıyla Oxford nüshasının daha güvenilir olacağını varsayarak bu nüshayı esas nüsha olarak kabul ettik. Zaten oluşturduğumuz kritik metin incelendiğinde Oxford nüshasının, her ne kadar diğer nüshanın da oldukça kusursuz olmasına karşın, daha tam olduğu görülecektir. Böylece çeviriye esas oluşturacak metni gerçekleştirdik.

2. Çalışmanın ikinci aşamasını bu kritik metnin çevirisi oluşturdu. Burada olanaklarımız elverdiği ölçüde eserin yazıldığı dönemin bilimsel düzeyi ve terminolojisi belirlenerek, metin güvenilir bir biçimde Türkçeye çevrilmiştir.

3. Nihayet bu çeviri metne dayanarak yapıt bilimsel içeriği bakımından değerlendirilmiştir. Bu aşamada üç nokta göz önünde bulundurulmuştur.

a. yapıtın bilimsel içeriği ve düzeyi ait olduğu kültür çevresi içerisinde belirlenmiştir.

b. Yapıtın yazıldığı dönemde batı kültür çevresi içerisindeki düzeyle bağı kurularak, farklılığı gösterilmeye çalışılmıştır. Bunun için zaman zaman Kepler'in çalışmalarıyla karşılaştırmalar yapılarak hem kitabın içeriğini, hem de o dönemde Osmanlı İmparatorluğu'nda yapılan bilimsel çalışmaların niteliğini belirlemek olanaklı olmuştur.

c. Aynı zamanda yapıtta ileri sürülen temel savların çağdaş bilgi düzeyiyle bağdaşan ya da bağdaşmayan yönleri belirlenerek bir değerlendirilmeye gidilmiştir.

Bütün bunların açıkça gerçekleştirilebilmesi için de, amacımız kesinlikle bir optik tarihi yazmak olmadığı halde, her konunun analizini yapmadan önce, özlü bir kronolojisini yapmak ve bir tarihsel arka-plân hazırlamak gereğini duyduk.

III. Takîyüddîn'in Yaşamı ve Yapıtları:

Osmanlı Bilim Tarihi'nin en önemli bilim adamlarından biri olan Takîyüddîn, değişik bilim alanlarında önemli yapıtlar vermiş ve bir

astronom, matematikçi ve fizikçi olarak zamanının bilgi düzeyini aşmayı başarmış bir kimsedir.

1521 yılında Şam'da doğan Taķîyüddîn, Mısır ve Şam'da çeşitli bilim adamlarından hadis, tefsir ve fıkıh gibi çeşitli konularda dersler almış ve sonunda kendisi de müderris olmuştur. Şam'daki Sibâiyye ve Takaviyye medreselerinde müderris olan babası Ma'rûf Efendi ile İstanbul'a gelmiş, dönemin ünlü bilginlerinden Çivizâde, Ebusuûd, Kutbeddînzâde ve Saçlı Emîr'den de dersler alarak bilgisini derinleştirmiştir. Daha sonra Mısır'a dönen Taķîyüddîn, Kahire'de Seyhuniyye ve Sarģıtmışıyye medreselerinde müderrislik yapmıştır. Sonra yine İstanbul'a gelmiş, bu kez Sadrazam Ali Paşa'nın kazaskerleri tarafından Edirnekapı Medresesi'ne müderris tâyin edilmiştir. Ancak ailesi Mısır'da olduğu için, Taķîyüddîn bu görevde pek kalamamış ve tekrar Mısır'a dönmüş, orada müderrislik ve kadılık gibi değişik görevlerde bulunmuştur. II. Selim zamanında Çivizâde, arkasından Nişancızâde Mısır kadısı olunca onlara kadılıkta vekale^t etmiştir. Sonra kazasker Abdülkerim Efendi Mısır kadılığına atanınca, onun ve babası Kutbeddîn'in teşvikiyle, özellikle astronomi ve matematik konularında yoğun çalışmaya başlamıştır.

Taķîyüddîn kendisinin söylediğine göre, kazasker Abdülkerim Efendi'nin, kendisinin bilimsel kimlik ve kişiliğinin oluşumunda derin izleri olmuştur. Optik kitabı olan ve bu araştırmanın konusunu oluşturan *Kitabu Nûri Ĥadaķati el-Ebşâr ve Nûri Ĥadiķati el-Enzâr*'ın

Süleymaniye'deki nüshasının girişinde Takîyüddîn, Abdülkerim için övgü dolu sözler söylemektedir.⁷

Takîyüddîn 1570 yılında yeniden İstanbul'a gelmiştir. Bir yıl sonra Münecimbaşı Mustafa Çelebi'nin ölmesi üzerine, zamanın padişahı II. Selim tarafından Münecimbaşılığa getirilmiştir. Bu sıralarda Hoca Sadeddin Efendi ile dostluk kurdu. 1574 yılında Galata Kulesi'nde gözlem çalışmalarına başladı. 1577 yılından itibaren ise III. Murad'ın fermanıyla Tophane surlarında bir gözlemevi kurup, gözlemlerini sürdürdü. Bu gözlemlerinin sonuçlarını *Sidre el-Müntehâ el-Efkâr* adlı kitabında topladı. Ancak ne yazıkki, Türk bilim tarihi açısından olağanüstü önem taşıyan bu çalışmalar dönemin bağnaz çevrelerince engellendi. Şeyhülislam Kadızâde'nin "gözlemevleri buldukları ülkeleri felakete sürüklerler" şeklinde fetva vermesi üzerine 1583'de, Kandilli gözlemevi'nden önce İmparatorluğun tarihindeki tek gözlemevi olan, bu gözlemevi yıkılmıştır. Bu şanssız olaydan sonra iki yıl daha çalışmalarını sürdüren Takîyüddîn 1580'de ölmüştür. Mezarının nerede olduğu bilinmemektedir. Astronomi, matematik, mekanik, optik ve tıp konularında yirmiden fazla yapıt vermiştir.

⁷ Hakikatler topluluğunu gizleyen Alemlerin alimlerinin Meliki, gece ve gündüzlerin başlangıçlarının sahibi, İslâm milletinin Yüce devletinin dayanağı, hilm ve vakarın Hüd'u, ilmin, yüceliğin ve övgünün Tür'u, hayır sahiplerinin en büyüğü, milletin kutbu ve temeli, devlet göğünün güneşi ve ayı, evail ve evahir ilimlerinin en iyi bileni, bilginlerin bilgini, sonu olmayan deniz (her denizin bir sahili vardır.), yüce sözler söyleyen, yüce felekler kubbelerinin zirvesine övünülen yüksekliğini örten ve yüce deryalara yayan, ahlakının güzelliği görünen yıldızlara kadar uzanan, nurların doğduğu mutluluk ufuklarından yükselen, efendiler efendisi, hayırlar kaynağı, güzellik ve ikbal cennetlerinin sahibi, iyiliklerin kaynağı Kerim oğlu Kerim oğlu Kerim veli-î nimetim, üstadım, Molla Çelebi Efendi Abdülkerim, Kadılar kadısı, Suriye'deki Şam'dan sonra Mısır'da şeyhler şeyhi [olana] hediye ettim.

Takîyüddîn bu değişik konularda gerçekleştirdiği yapıtlarında kûnyesini değişik şekillerde açıklamaktadır. Buna göre;

a) *Kitâbu Ma'rifeti Evkât el-Şalât*'ın sonunda "Muhammed ibn Zeyneddîn Ma'rûf,

b) *Şerhu el-Risâle el-Secâvendiye*'de "Takîyüddîn ibn Muhammed ibn Ahmed el-Şahyûni el-Dimaşki,

c) *El-Mizvele el-Şimâliye* mukaddemesinde ise Takîyüddîn Muhammed ibn Ma'rûf el-Hanefi el-Dimeşki,

d) *Tercümân el-Etibbâ'nın* mukaddemesinde de Takîyüddîn Muhammed ibn Molla Ma'rûf,

e) *Kitabu Nûn' Hadâkati el-Ebşâr ve Nûn' Hadiqati el-Enzâr* adlı optik kitabının Süleymaniye'deki nüshasının mukaddemesinde Takîyüddîn ibn Ma'rûf,

f) *Reyhâne el-Rûh fi Resm el-Sâ'ât Âlâ Müstevâ el-Sutuḥ* adlı yapıtının sonunda ise Takîyüddîn Muhammed ibn el-Ma'rûf ibn Ahmed ibn Muhammed ibn Ahmed ibn Yûsuf ibn el-Emîr Nâşuriddîn Menkubers ibn el-Emir Nâşuhiddîn Humartegin Esed el-'Arîn ve Emir el-Mücahidîn,

g) Optik kitabının Oxford, Bodleian'deki nüshasında ise kûnyesi Takîyüddîn Muhammed ibn Zeyneddîn Ma'rûf ibn Şeyh Şehâbeddîn Ahmed ibn Muhammed ibn Muhammed ibn Ahmed ibn Yûsuf ibn

Ahmed ibn el-Emir Naşuriddîn Menkubers ibn el-Emir Naşuhiddîn Humartegin el-Esed el-Ârîn, Emir el-Mücahidîn olarak yazılmıştır.

Bu son iki yapıtta verilen soy zincirinin son halkası olan Nâşuhuddîn Humartegin, Nûreddîn Maḥmud ibn Zengi'nin kumandanlarından. Nûreddîn öldükten sonra yerine geçen Şalâhaddîn'in hizmetine girmiştir. Humartegin öldükten sonra Şalâhaddîn onun yerine oğlu Nâşuriddîn Menkubers'i atamıştır. Menkubers'in ne zaman öldüğü ise bilinmemektedir. Ancak bu soy zinciri Taḳîyüddîn'in Türk olduğunu açıkça göstermektedir.⁸

Onun bugüne kadar belirlenebilmiş yapıtları şunlardır:

1. *El-Durru el-Nazîm fî teshîl el-Taḳvîm*
2. *El-Turuku el-Seniyye fî el-Âlâti el-Rûhanîyye*
3. *El-Kevâkib el-Dürriyye fî Vadî el-Bengâmâti el-Devriyye*⁹
4. *Reyhânetü el-Rûh fî Resmî el-Sâât alâ Müstevî el-Suṭûh*
5. *Sidretü el-Müntehâ el-Efkâr fî Melekûti Feleki el-Devvâr*¹⁰
6. *Buğyet el-Ṭüllâb min İlmi el-Hêsâb*
7. *Kitabu el-Şimâr el-Yâniâ*

⁸ Ünver, Süheyl, *İstanbul Rasathanesi*, TTK, Ankara, 1985, ss. 3-9; Tekeli, Sevim, "Nasuriddîn, Taḳîyüddîn ve Tycho Brahe'nin Rasat Aletlerinin Mukayesesi," *A.Ü. Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi*, Ankara, 1958, ss. 307-313; Şeşen, Ramazan, "Meşhur Osmanlı Astronomu Taḳîyüddîn el-Rasîd'in Soyuna Üzerine," *Erdem*, 4, 10, 1988, ss. 165-171; Dizer, Muammer, *Takiyüddîn*, Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara, 1990, ss. 24-29; Adıvar, A. Adnan, *Osmanlı Türklerinde İlim*, İstanbul, 1982, ss. 99-109.

⁹ Bu yapıt, Sevim Tekeli tarafından *16. Asırda Osmanlılarda Saat ve Taḳîyüddîn'in Mekanik Saat Konstrüksiyonuna Dair En Parlak Yıldızlar Adlı Yapıtı* (Ankara, 1966) adlı çalışmasında Türkçe ve İngilizce olarak bir arada yayınlanmıştır.

¹⁰ Bu yapıtın çeşitli kısımları Sevim Tekeli tarafından çevrilip incelenmiştir.

8. *Ceridetü el-Dürer ve Harîdetü el-Fiker*¹¹
9. *Kitabu el-Niseb el-Müteşâkele*
10. *Kitâbu Nûrî Hadâkatü el-Ebşâr ve Nûrî Hadîkatü el-Enzâr*¹²
11. *el-Mesâbih el-Muzahhara*
12. *Recez fî Rub el-Düstûr el-Mâruf bi'l-Müceyyeb*
13. *Düstûr el-Tercih li Çavaid el-Tastîh*
14. *Risâle el-Tevârih*
15. *Risâle fî Rubî el-Şikâzî*
16. *Risâle Semt el-Kible*
17. *Şerhu Kitâb el-Tecnis fî el-Hêsâb li el-Secâvendî*
18. *Tahrîru Ükeri Sâvizûsyûs*
19. *Hülâsa el-Âmâl fî Mevâkît el-Eyyâm ve el-Leyl*
20. *Kitâbu Mârifeti Evkâti el-Şalât*
21. *El-Mizvele el-Şimâliyye li Fağlı Dâiri Ufki Çostantiniyye*
22. *Tercümân el-Etibbâ*
23. *Teshîlu Zici el-Âşâriyyi el-Şehinşahiyeti el-Şanî Âşâra fî Devleti el-Oşmaniyyeti el-Murâdiyye*

¹¹ Bu yapıt A.Ü. Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi, Bilim Tarihi Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi Remzi Demir tarafından doktora tezi olarak hazırlanmıştır. Bkz. Demir, Remzi, "Onaltıncı Yüzyılın Ünlü Astronomu Takiyüddîn'in Desimal Sistemi Trigonometri ve Astronomiye Uygulaması, Ankara, 1991, basılmamış doktora tezi.

¹² İncelemesini yaptığımız yapıt budur.

24. *El-Ebyâtu el-Tisâ fî İstihraci el-Tevârih el-Meşhûra ve Şerhuha*

25. *Risâle fî el-Tesyîr*

26. *El-Kavlu el-Merî fî el-Nehâri el-Şerî*

27. *Risâle fî Sebebi Taahhuri Ğurûb el-Şems*

28. *Risâle fî el-İhtilâfi beyne el-Muvaqqitîn bi Maħrûseti Kâhire fî Dabti Kavseyni el-Nehâr ve el-Leyl ve Dâiretey el-Fecr ve el-Şafaq*

29. *Risâle der Beyân-ı Usturlâb*

30. *Risâle fî el-Cebr ve el-Mukâbele*

IV. Menâzır Sözcüğü Üzerine

Menâzır sözcüğü, **manzaralar** ya da **görünüşler** anlamına gelmektedir. Bu anlamıyla bugün için kullandığımız **perspektif** sözcüğünü karşılamaktadır. Bundan dolayı da, genelde matematik, özellikle de geometrinin sınırları içerisine girmektedir. Dolayısıyla menazır yani **optik** de matematiksel bir bilimdir.

Yunanca **görme sanatı** anlamına gelen optiğin bu tür bir algılanışı gerçekte yeni değildir. Çünkü çok eski dönemlerde yapılan bilim sınıflamalarına baktığımızda benzeri tanımlamalar yapıldığını görebiliriz.

Bilindiği gibi, bilimlerin sınıflanmasıyla ilgili en eski çalışma Aristo'ya aittir ve o bilimleri üçe ayırmaktadır.

- 1) Kuramsal bilimler, matematik, tabiiyat, ilahiyat,
- 2) Uygulamalı bilimler, Ahlak ve siyaset,
- 3) Sanat ve Edebiyat, şiir, hitabet, tartışma,

Aristo'nun bu sınıflandırmasında görüldüğü üzere optik kuramsal bilimler grubunda yer almaktadır. Bu sınıflama daha sonra Aristo yorumcularınca **kuramsal bilimler** ve **uygulamalı bilimler** olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Ancak İslâm dünyası'nda özellikle el-Kindî'nin etkisiyle ilahiyat, matematik ve tabiiyat olmak üzere üçlü bir sınıflama yapılmıştır. Fakat asıl köklü bir çalışma Fârâbî tarafından gerçekleştirilmiştir.

Fârâbî'nin konuyla ilgili çalışmasının adı *Ihsa el-Ulûm* (İlimlerin Sayımı)'dur. Fârâbî burada bilimleri, dil bilimi, mantık bilimi, talimi bilimler, ilahiyat ve medeni bilimler olmak üzere, ilk önce beş kısma böler. Daha sonra her bilimin alt dallarını belirtir. Buna göre **menâzır** yani optik, talimi bilimlerin bir alt dalı olarak sınıflanmıştır.

Fârâbî'ye göre optik bilimi, geometrinin incelediği şekilleri, büyüklükleri, düzeni, konumu, eşitlikleri ve diğer pek çok durumu inceler; fakat bunları mutlak olarak çizgi, yüzey ve hacimlerde bulunması bakımından inceler.¹³

O halde geometrinin bakışı daha geneldir. Geometriyle aynı konuları incelemesine rağmen optiği ayrı bir bilim olarak sınıflamasını ise şöyle açıklamaktadır:

¹³ Fârâbî, *İlimlerin Sayımı*, çev. Ahmet Ateş, MEB, İstanbul, 1986, ss. 92-93.

"Geometride, her hangi bir şekil [cisim], duruş, tertip [düzen] ve başka bakımdan belli bir halde bulunması lazım gelirken, çoğu zaman kendilerine bakıldığı vakit, bunun aksi halde bulunurlar. Çünkü her hangi bir uzaklıkta bakıldığı takdirde, gerçekte dörtgen olan şekiller daire şeklinde, birbirinden daha uzak olanlar birbirinden artık, birbirinden artık olanlar birbirine eşit görünür. Bir tek yüzey üzerine konulmuş şeylerin bir çoğunun, bazısı alçak, bazısı daha yüksek görünür; önde bulunan bir çok şeyler, arkada kalmış gibi görünür. Bunların benzerleri [örnekleri] çoktur."¹⁴

Fârâbî'nin bu anlatımından açıkça geometri ve optiğin konularının ortak olduğunu, ancak nesnelere görünümünde ortaya çıkan değişimler söz konusu olduğunda optiğin işin içine girdiğini belittiğini anlamaktayız. Başka bir deyişle optik doğrudan doğruya görme bilimi olmaktadır. Fârâbî'nin şu açıklamaları bunu kanıtlar niteliktedir:

"Gerçekte bulunduğu başka görünen şeyler ile gerçekte olduğu gibi göze görünenler, bu ilim sayesinde, birbirinden ayrılırlar. Bu ilim, bütün bunların sebeplerini, neden dolayı öyle olduklarını, kesin burhanlar [deliller] ile gösterir. Bu ilim gözün, hakkında yanlış yapmaması, belki baktığı şeyde, miktarında, şeklinde, duruşunda, tertibinde ve gözün, hakkında yanlış yapması mümkün olan başka şeylerinde, gerçeğe erişmesi için alınacak tedbirlerin ne olacağını bildirir."¹⁵

Böylece Fârâbî'nin açıkça optik bilimini, bir görme bilimi olarak kabul edip, tanımladığını görüyoruz. Bu yaklaşım biçimi İslâm dünyasında uzun yıllar boyunca etkili olmuştur. Aynı yaklaşımı Takîyüddîn'de benimsemiştir. Bu anlamda katoptrik ve dioptrik kavramları sanki bu tür sınıflamanın dışında kalıyormuş gibi

¹⁴ Fârâbî, a. g. y. s. 93.

¹⁵ Fârâbî, a. g. y. ss. 93-94.

görünmektedir. Oysa gerçekte durum böyle değildir ve bu iki kavramın sınırladığı konularda her optik kitabının içinde yer almaktadır. Bu anlamada görme bilimi de üç kısma ayrılmış olmaktadır. İşte Takîyüddîn de bu geleneğe uygun olarak, optiği yani görme bilimini, üç bölüme ayırmıştır. 1) Doğrudan görme, 2) yansıma aracılığıyla görme, ve 3) kırılma aracılığıyla görme. Bunun anlamı şudur: katoptrik her ne kadar ışığın aynalarda uğradığı değişimleri inceliyorsa da, gerçekte temel problemi görme oluşturmaktadır. Aynı şey dioptrik içinde geçerlidir. Yani burada da esas olan saydam aracılığıyla oluşan görmenin incelenmesidir. Kısacası optik bir bütünsellik içerisinde yalnızca görme bilimi olarak kabul edilmektedir.



BİRİNCİ KISIM
YORUM



BİRİNCİ BÖLÜM

TAKİYÜDDİN'İN BİRİNCİ KİTABININ ANALİZİ : DOĞRUDAN GÖRME [DIRECT VISION]

I. TARİHSEL ARKA-PLÂN

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 oluştuğu 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.

Işığın kaynağına ve dolayısıyla da görmenin oluşumuna yönelik kuramların hemen her türüne Antikçağ'da rastlamak olasıdır.¹⁶ Nitekim konuyla ilgili olarak, ışığın kaynağının nesne olduğunu ve görmeye de nesneden gelen bu ışığın neden olduğunu savunan **nesneışın** (intromission), ışığın kaynağının göz olduğunu ve görmeye de gözden çıkan bu ışınların yol açtığını savunan **gözişın** (extramission) ve ışık kaynağının saydam bir ortamın ateş tarafından aktüel (etkin) hale getirilmesi olduğunu savunan **ortamcı** kurama bu çağda rastlamaktayız.

¹⁶ Antikçağ'daki kuramlarla ilgili olarak , David C. Lindberg, *Theories Vision from Al Kindî to Kepler*, Chicago, 1976, ss. 1-17'e bakılabilir.

Daha sonraki dönemlerde, ortamcı kuramın nesneışın kuramı çerçevesinde kabul edilmesiyle, optik tarihinin uzun bir dönemi boyunca bilim adamları hep ilk iki kuram çerçevesinde, yani nesneışın veya gözişın kuramı açısından konuya yaklaşmışlardır. Ancak burada dikkat edilmesi gereken yön, ışığın kaynağı probleminin, gerçekte görmenin nasıl oluştuğı problemini çözmek için ortaya konulduğudur. Bundan dolayı da aslında temel problem görmenin nasıl oluştuğı problemidir. Nitekim bu dönemden günümüze gelen belgelerde hep ışık ve görsel sürecin birlikte tartışıldığını görmekteyiz. Sadece Antikçağ'daki çalışmalara göz atmak bile, bunu anlamak için yeterlidir.



I. 1. ANTİKÇAĞ'DAKİ DURUM

I. 1.1. GENEL YAKLAŞIMLAR

Sistematik bir ışık ve görme kuramını ilk ortaya koyanlar, bu dönemde Atomcu gelenekten Leuccippos ve Demokritos (M.Ö. 460) olmuştur. Bunlara göre görme, görme nesnesinden o nesnenin kendi şeklini taşıyan sürekli bir yayılımın çıkması ve bunun göze girmesiyle olur.¹⁷ Ancak yukarıda da belirtildiği gibi, bu dönemde yalnızca nesne ışın kuramı vardeğildi; aynı zamanda bu kuramın aksini savunan ve özellikle Alcmeon'un (M.Ö. 5.yy) savunuculuğunu yaptığı gözişin kuramı da vardı. Alcmeon'a göre göz ateştedir. Çünkü birisi ona çarptığında, ateş çıkmaktadır. Görme de gözden yayılan ışığın bir nesne tarafından yansıtılmasıyla oluşur.¹⁸ Alcmeon'dan başka Empedokles (M.Ö. 493-433) tarafından da savunulan ve **intraocular** adı verilen bu kuramın, bu dönemdeki en yetkin gelişimi ise temel bazı farklılıklar içermesine karşın, Platon tarafından gerçekleştirilmiştir.

¹⁷ Lindberg, 1976, s.2.

¹⁸ Lindberg, 1976, ss. 3-4.

Platon¹⁹ (M.Ö. 427-347) da ışığın gözden çıktığını kabul etmektedir. Ancak, bununla birlikte, o görmenin oluşumunu yalnızca bu ışın aracılığıyla açıklamaz. Çünkü değişik diyaloglarında²⁰ Platon bu konuyu az çok farklı olarak ele almışsa da, o asıl önemli ve bir bütün oluşturacak şekilde görüşlerini *Timaios* adlı diyalogunda sergilemiştir. Burada sergilenen fikirlere göre, Platon'un iki türlü ışık kaynağından söz ettiği anlaşılmaktadır. Bunlardan bir tanesi gözün yaydığı, diğeri ise ışıklı nesnenin yaydığı ışıktır. Görmeyi meydana getiren de, bu iki ışığın karışımıyla oluşan bir başka ışıktır. Platon bu ışığa **görüş akıntısı** adını vermektedir. Bu iki ışığın, daha doğrusu ateşin birleşmesinden de, dış ateş vasıtasıyla nesneyle, iç ateş vasıtasıyla de ruhla temas eden bir çeşit cisim meydana gelmektedir. İşte bu cisim nesneye dokunursa, o nesnenin hareketlerini ruha taşır ve görme duyumu ortaya çıkar.²¹ Şu halde görme, iç ve dış ışığın oluşturduğu, bir çeşit karışım ışık aracılığıyla oluşmaktadır. Bu ise Platon'un hem gözişim hem de nesneşim kuramlarının bir tür senteziyle görmeyi açıkladığı anlamına

¹⁹ Atina'lı tanınmış bir ailenin çocuğu olarak dünyaya gelen Platon, düşünce tarihinin en önemli filozoflarından biridir. Çok iyi bir eğitim görmüştür. İlk gençliğinde hocası Kratylos'dur. Yirmi yaşında Socrates ile tanışmıştır. Bu onun yaşamındaki en önemli dönüm noktası olmuştur. Socrates'in ölümünden sonra Megara'ya Euclides'in yanına gitmiştir. Tekrar Atina'ya dönmüş ve çeşitli zamanlarda Güney İtalya ve Sicilya'ya gezilerde bulunmuştur. Sicilya'dan ilk dönüşünden sonra ünlü Akademia'yı kurmuştur. Ömrünün sonuna kadar burada felsefe okutmuştur. Günümüze kadar burada 35 yapıtı 13 kadar da mektubu kalmıştır. Bunların bazıları şunlardır. Kriton, Protogoras, Lysis, Gorgias, Menon, Şölen, Theaitetos, Devlet, Sofist, Timaios ve Yasalar. Bkz. Macit Gökberk, *Felsefe Tarihi*, 1980, ss. 57-59.

²⁰ Platon'un ışık, göz, ve görme konularındaki fikirleri için şu diyaloglarına bakılabilir: *Theaitetos*, Diyaloglar 2, çev. Macit Gökberk, Remzi Kitabevi, İstanbul, 1986, s.199, (156 d-e); *Devlet*, çev. S. Eyüboğlu, M.A. Cimcoz, Remzi Kitabevi, İstanbul, 1986, ss. 194-195, (507c-508d); *Menon*, Diyaloglar 1, çev. Adnan Cemgil, Remzi Kitabevi, İstanbul, 1982, s. 155 (75 b-c).

²¹ Platon, *Timaios*, çev. Erol Güneş, Lütfi Ay, MEB, 1989, ss. 54-55 (45 b-e)

gelmektedir ki, bu nedenle onun kuramını **bileşik kuram** adıyla adlandırmak gerekmektedir.

Platon'un ortaya koyduğu bu kuram rasyonel görünse de fazla kabul görmemiş ve daha bu dönemde öğrencisi Aristo tarafından reddedilmiştir.

Çünkü, Aristo'ya²² (M.Ö. 384-322) göre ışık bir ilinek (araz)'tir. Saydam nesnenin uğradığı bir değişmedir. Saydam nesnenin bir etkinliğidir. Potansiyel olan saydam nesneyi edimselleştiren, yani aktüel hale getiren ise ateştir. Potansiyel olarak saydam olan bir ortamın aktüel olarak saydamlaşması ışığı oluşturur. Işık ise görmenin gerekli şartıdır.²³

Ancak, Aristo'nun ışık konusundaki fikirleri her zaman böylesine açık ve belirgin değildir; aksine gerçekte oldukça karışık ve tutarsızdır; bu nedenle de, bazı araştırmacılar²⁴ tarafından **muammalı** olarak adlandırılmıştır. Bu belirleme yerinde bir belirlemedir. Çünkü Aristo, bir taraftan ışığı yukarıda belirtildiği gibi, ortamın bir özelliği ya da nitelik değiştirmesi olarak tanımlarken, diğer taraftan da, en azından

²² Selanik yakınlarında Stageria'da doğmuş olan Aristo 19 yaşında Atina'ya gelip Platon'un Akademia'sına devam etmiş ve Platon'un ölümüne kadar buradan ayrılmamıştır. Burada çok başarılı olmuş ve Makedonya kralı Philip'in çağrısı üzerine Assos'a gidip Büyük İskender'in hocalığını üstlenmiştir. İskender Asya seferine çıkınca o da Atina'ya dönüp kendi okulunu Lise'yi kurmuştur. İskender öldükten sonra Atina'da Makedonya'ya karşı kımıldanmalar başlayınca Makedonya sarayıyla yakınlığından dolayı güç durumda kalmış ve bir kötülükle karşılaşmamak için Khalkis'e gitmiş ve orada ölmüştür. Günümüze pek çok yapıtı kalmıştır. Bunlardan bazıları şunlardır: Organon, Ktagoriler, Analitikler, Metafizik, Fizik, Zooloji, Ruh Üstüne, Nikomakhos Ahlakı, Politika. Bkz, Gökberk, 1980, ss. 74-75.

²³ Lindberg, 1976, s.7; Sayılı, Aydın, "İbn Sîna'da Işık, Görme ve Gökkuşağı," *İbn Sîna Doğumunun bininci yılı Armağanı*, T.T.K., Ankara, 1984, s.210.

²⁴ Bkz. Lindberg, D.C., "Alhazen's Theory of Vision and Its Reception in the West", *Isis*, 58, 1967, s.321.

gökkuşağı açıklamasında ise ışınların gözden çıktığını kabul etmektedir.²⁵

Işığı görmenin gerekli şartı kabul eden Aristo'ya göre görme ise, göze dış nesnelere formunun etkisi sonucu oluşmaktadır. Öyleyse, dış nesnelere formunun göze gelmesinde bir aracıya gereksinim vardır. Aristo'ya göre bu aracı ortamdır. Ortam ise, özellikle hava, su ve bazı katı nesnelere bulunan yarı saydam ya da saydam bir niteliktedir. Saydam ise kendiliğiyle değil, fakat bir başka şeyin renginin nedeniyle görünen şeydir; ancak, saydam hava ya da su mahiyetinde değildir.²⁶ Şu halde, Aristo'ya göre, ışık ve görme hep ortama ve ortamın nitelik değiştirmesine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Bu da ister istemez, Aristo'nun, kuramında büyük ölçüde ortam analizine yer vermesine neden olmuştur. Çünkü saydam ortam hem nitelik değiştirerek ışığı oluşturmakta, hem de göz ve bakılan nesne arasındaki boşluğu doldurarak, o nesnenin formunun göze iletilmesini sağlamakta ve hem de taşıdığı ışığın rengini almaktadır. Öyleyse bu ortamın mahiyeti nedir?

Bu sorunun da apaçık bir yanıtını Aristo'da bulmak olanaksızdır. Hatta bütün açıklamalarına rağmen, **ortam** sözcüğünden neyin kastedildiğini kestirmek de olanaklı değildir. Öyleki, salt bu nedenden dolayı, araştırmacılar onun ortam analiziyle ortaya koyduğu kuramın, 19.yüzyılda ortaya atılan **eter** (esir) kuramına benzer bir kuram

²⁵ Aristo, *Meteorology*, çev. E.W. Webster, Great Books of the Western World, Chicago, 1952, s. 479, (375a 1-5), (375b 1-15), s.476, (372a 29-372b); Sayılı Aydın, "The Aristotelian Explanation of the Rainbow", *Isis*, 30, 1939, ss.73-74-76; Boyer, Carl C., *The Rainbow, from Myth to Mathematics*, New Jersey, 1987, ss. 37-54.

²⁶ Aristo, *De Anima*, ss. 188-191, (418b, 419a 10-419a20); Lindberg, 1976, s.7.

olduğunu ve ortamın da eterel bir ortam özelliği taşıdığını savunmuşlardır.²⁷

Bu anlatılanların ışığı altında, büyük oranda ortam analizine dayanması nedeniyle, Aristo'nun kuramını ortamcı kuram olarak adlandırmak gerekmektedir.²⁸

Yine bu dönemde gözişin kuramı çerçevesinde konuya değişik bir yaklaşım da Galen (M.S. 120-200) tarafından gerçekleştirilmiştir. Galen'e göre, gözden bir ışın kuvveti ya da özel bir ruh çıkmakta ve algıya neden olmaktadır. Ancak bu algının oluşumu için havanın aracı rolüne gereksini vardır. Yani gözden çıkan ışık ya da özel ruh havayı görme algısı meydana getirecek şekilde duyarlılaştıracak ve böylelikle

²⁷ Aristo'da ortaya çıktığı varsayılan bu eter (esir) kuramı, çok etkili olmuş ve 20.yy'ın başlarına kadar doğa felsefesi ve fizikte önemli bir rol oynamıştır. Bilim adamlarına göre eter,uzayı dolduran hatta havayı ve katı cisimleri bile kaplayan bir maddedir. Bilim tarihine bakıldığında, uzun bir süre etere çeşitli görevler yüklenildiği, bu nedenle de bilim adamlarınca belki de gereğinden fazla eter kuramları üretildiği görülmektedir.

Descartes için eter, yer ve güneş gibi cisimlerin olmadığı bölgeleri dolduran saydam bir maddeydi. çünkü ona göre, maddenin temel özelliği yayılımdı ve evrenin de fiziksel olarak varolabilmesi için de bir doluluğa gerek vardı. Buna karşılık Newton ise eteri birbirinden çok farklı amaçlar için kullanmıştır. Örneğin boşlukta ışının iletilmesinin açıklanmasında, çekim yasasında ve ışık parçacıklarıyla bir etkileşim içinde bulunan bir ortam olarak da optik alanında kullanmıştır.

Newton'un yaklaşımının tam tersi bir görüş ise 19.yy'da ortaya atılan kuramlarda ileri sürülmüştür; ve burada eterin görevi ışık dalgalarının yayılımı için bir ortam -aracı- oluşturmaktadır.

Etere olan bu bağlılık bu dönem içinde özellikle mekanik görüşün etkisiyle ortaya çıkmıştır. Çünkü bu kavramla (eter) etkileşimin, hareketin ve özellikle uzaktan etkileşimin açıklanması, mekanik görüşle çelişmeden olanaklı hale gelmektedir. Bu kavram, Einstein tarafından ortadan kaldırılmıştır.

Eter konusundaki açıklamalar için şu yapıtlara bakılabilir. Coleman, James A., *Herkes İçin görelilik*, çev. Osman Gürel, Ankara, 1987; Shaffner, Kenneth F., *Nineteenth Century Aether Theories*, Pergamon Press, 1972; Whittaker, E. T., *A History of the Theories of Aether and Electricity*, 1910; Einstein, A & Infeld, L; *Fiziğin Evrimi*, çev. Öner Ünalın, Ankara, 1976.

²⁸ Lindberg, 1976, s. 22.

duyarlı hale gelen bu ortam da nesnenin izlenimini göze taşıyacak, sonuçta da görme oluşacaktır.²⁹

Görüldüğü üzere, Antikçağ'da, ışık ve görmenin oluşumu konusuna yönelik, birbirinden farklı, gözişin, nesneışin, bileşik ve ortamcı kuramlar olmak üzere, dört ayrı kuram ileri sürülmüştür. Ancak burada dikkatimizi çeken ilk şey bu kuramların hemen tamamında matematiksel boyutun yeterince vurgulanmamış olmasıdır. Oysa ışık ve görmenin büyük kısmı matematikseldir. Buna karşılık, yukarıda kuramlarından kısaca söz edilen bu bilim adamları ışık ve görmenin bu boyutuna dikkat etmemişlerdir. İşte matematiksel görme (en geniş anlamıyla) kuramını ya da başka bir deyişle görmenin matematiksel olarak ele alınmasını ilk gerçekleştiren ise Euclid olmuştur.

²⁹ Lindberg, 1976, s. 10; Sayılı, 1984, s. 225.

I.1.2. GÖZİŞİN KURAMCILARI

a) Euclid: (M.Ö. 300)

Euclid'in,³⁰ görsel sürecin ışık ontolojisi ve görme fizyolojisi gibi matematiğe indirgenemeyen önemli bazı konuları hariç, görmeye ve ışık konusuna yaklaşımı tam anlamıyla matematikseidir. Hatta o, herşeyi geometrik olarak ifade etmeye kendini bağlamıştır. Öyleki, tıpkı *Elementler*'de olduğu gibi, burada da bir kaç postuladan dedüktif olarak optik olaylarını açıklamayı amaçlamıştır. Başka bir deyişle, geometride izlediği yöntemin aynısını burada da izlemiş ve optiği sistemleştirmeye, yani geometrikleştirmeye çalışmıştır. Bu da optik problemlerin birer geometri problemi olarak ele alınabilmesine olanak vermiştir. Euclid'in optiğin geometrik kuramlarını temellendirdiği postulları yedi tanedir.³¹

1) Gözden doğrusal olarak çıkan ışınlar daima birbirlerinden uzaklaşırlar.

³⁰ Yunan matematikçisi ve aksiyomatik geometrinin kurucusu. İskenderiye Kraliyet Okulu matematik öğretmeni. M.Ö. 300'lerde yazdığı *Elementler* adlı geometri yapıtı ikibin yılı aşkın bir süre etkin olmuştur.

³¹ Lindberg, 1976, s.12; ve Lindberg, David C., "Al Kindi's Critique of Euclid's Theory of Vision," *Isis*, 62, 1971, (469-489), s.472.

- 2) Göz ışınları tarafından oluşturulan şekil, tepesi gözde ve tabanı da görülen nesnede olan bir konidir.
- 3) Üzerine görsel ışın düşen nesnelere görünür, ışının düşmediği nesnelere görünmez.
- 4) Nesnelere büyük açı altında büyük küçük açı altında küçük ve eşit açı altında da eşit görünürler.
- 5) Yukarıdaki göz ışınlarının gördüğü nesnelere yukarıda, aşağıdaki göz ışınlarının gördüğü nesnelere aşağıda görünür.
- 6) Sağ tarafta çıkan ışınların gördüğü nesnelere sağda, sol tarafta çıkan ışınların gördüğü nesnelere solda görünür.
- 7) Daha büyük açı altında bakılan nesnelere daha net görünürler.³²

Bu postulaların ilk üçü, görsel süreci, geometrik model içerisinde tasarlayabilmektedir. Yani ışınlar gözden doğrusal olarak çıkmakta ve bunların toplamı da bir koni oluşturmaktadır (şekil 1). Ortaya çıkan bu koni birbirlerine göre aralıklı olarak yayılan tek tek ışınlardan oluşmuştur.³³ Görme de, görsel ışını bir nesnenin kesmesi ya da ışının o nesne üzerine düşmesidir. Euclid'in ilk postulada varsaydığı ışınların

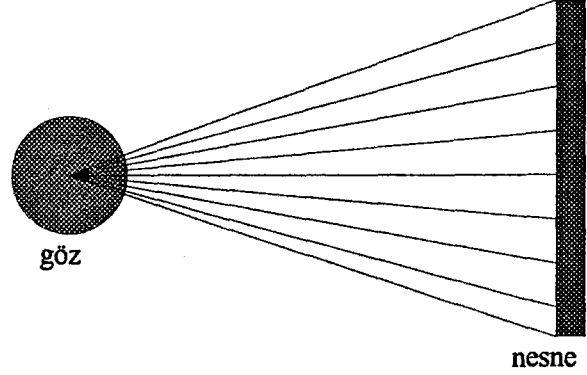
³² Vasco Ronchi, postulaların sayısını 14 olarak vermektedir. Bu fazlalık yalnızca ifade etme farklılığından kaynaklanan bir fazlalıktır. Bununla birlikte ilave olarak iki postula daha saymıştır:

1) Bütün ışınlar aynı hızdadır.

2) Nesnelere yalnızca belirli açılar karşısında bulunurlar. Bkz. Vasco Ronchi, *The Nature of Light*, trans. V. Barocas, Cambridge, Mass. 1970, s.17.

³³ Euclid'in optiği hakkında ayrıntılı bilgi edinmek için bkz. Cohen, M.R. ve Drabkin, I.E., *A Source Book in Greek Science*, 1966, ss. 258-261; Lindberg, 1976, ss. 12-14; Lindberg, 1971, ss. 469-489; Ronchi, ss. 16-18; Cajori, Florian, *A History of Physics*, New York, 1929, ss. 9-10; Sayılı, 1984, s. 219.

doğrusallığı ise, geometrik çizgiler boyunca bir görme kuramının gelişmesine izin vermektedir. Verilen bu basit kural, ışığın yayılmasını, yansıma kanunu da dahil olmak üzere, düzenlemektedir. Çünkü bu koşullar altında görsel ışınların yayılımını açıklamak için geometrik diagramlı doğrusal çizgileri kullanmak olanaklı olur ve böylece, optik problemler birer geometri problemine dönüşür. Geometrikleştirme süreci, 4., 5. ve 6. postulalarda tamamlanmıştır.



Nihayet 7. postulada ise Şekil 1 : Euclid'e göre gözün konisi.

Euclid görsel algının belirginleşmesindeki, yani netliğindeki, farklılıklar için bir açıklama verir. Aynı büyüklükteki iki nesneden daha büyük açı altında bakılanı daha net olarak görür.³⁴

Euclid *Optik* kitabında, bu yedi postuladan başka, hem geometrik optik konusunu düzenleyen ve hem de görmenin oluşumunun koşullarını tanımlayan 58 tane de önerme vermiştir.³⁵ Bütün bunlar gözönüne alındığında, onun çoğunlukla perspektif problemlerini incelediği anlaşılmaktadır. Başka bir deyişle, o görsel ışınların niteliği, görme fiziolojisi, v.b. optik problemlerle uğraşmamıştır. Örneğin **ışın nedir?** sorusuna ve bu sorunun olası yanıtına onda rastlayamamaktayız. Buna

³⁴ Lindberg, 1976, ss. 12-13.

³⁵ Cohen, and Drabkin, s. 258-261.

karşılık, yukarıda da belirtildiği gibi, görme konusunun geometrik ifadesi ise çok açık bir şekilde ortaya konulmuştur.

Euclid'in optik konusundaki bu çalışmaları, bir çok eksik yönüne rağmen, daha sonraki dönemler için, hem Antikçağ'da, hem de İslâm dünyasında, bağlayıcı olmuştur. Nitekim Antikçağ'da optik konusunda çalışan ve Euclid'in başlattığı geleneği sürdürerek, matematiksel optiği önemli bir düzeye taşıyan Batlamyus'de bu etkiyi açıkça görmek olanaklıdır. Çünkü Batlamyus, Euclid'in matematiksel görme analizini yeniden yapılandırarak, onu fiziksel, fizyolojik, ve hatta psikolojik unsurları da içerecek şekilde genişletmiştir³⁶ ki, zaten yukarıda da belirtildiği gibi, Euclid'in kuramındaki eksik yönlerde bunlardı.

b) Batlamyus (M.S. 150)

Batlamyus'a³⁷ göre de, görme gözden çıkan görsel akış yoluyla olmaktadır. O bu yönüyle Euclidcidir. Ancak, o aynı zamanda, görsel yayılımın, Platoncu anlamda fiziksel yorumunu da vererek Euclid'in kuramından daha etkili olan bir kuram oluşturmayı başarmıştır.³⁸ Öyleki

³⁶ Lindberg, 1976, s.15.

³⁷ M.S. 150'lerde yaşadığı tahmin edilen Batlamyus'un kökeni, doğumu ve ölümü konusunda elimizde kesin bilgi bulunmamaktadır. Ancak kendisinin Antikçağ'ın en önemli astronomu ve fizikçisi olduğunu bilmekteyiz. Fizikte akustik ve optik konularında çalışmıştır. Ancak asıl ününü astronomideki başarılarına borçludur. Bu konudaki çalışmalarını derlediği yapıtının adı *Matematiksel Sentez*'dir ve Arapçaya *Kitab el-Mecisti* adıyla çevrilmiştir. Daha sonra batıya geçerken *Almagest* adıyla alınmış ve bu adla yayınlanmıştır. Bu yapıtı XVI. yüzyıla kadar astronomları etkilemiştir. Bkz. *Gelişim Hachette*, 9, Ptolemaios maddesi, ss. 3361-3362.

³⁸ Lindberg, 1976, s.15.

onun içinde, Platon'da olduğu gibi görsel yayılım dış ışık tarafından desteklenmediği sürece görme olmaz.

Batlamyus'un temelde Euclid'den ayrıldığı ve özellikle de görsel alanın ve görülen nesnenin netliğiyle ilgili, çok önemli bir konu daha vardır. O da, Euclid'in, daha önceden de belirtildiği gibi, kesikli, aralıklı koni tasarımını Batlamyus'un kabul etmemesi ve onun yerine, kesiksiz, sürekliliği olan bir **piramid** tasarlamasıdır. Çünkü Batlamyus'a göre, eğer böyle olmasaydı, yani ışınlar gözden sürekli bir biçimde çıkmasaydı, o zaman nesnelere bakıldıklarında, bir bütün olarak görünmezlerdi. Gözden sürekli bir biçimde çıkan bu görsel yayılım, karşılaştığı nesnelere algılama yeteneğine sahiptir.³⁹

Bundan başka Batlamyus'un görsel yayılımın kaynağı konusuna yönelik de önemli ve ayrıntılı bir yorumu vardır. Ona göre, görsel yayılımın tepesi, başka bir deyişle çıkış noktası, gözün içindedir. Bu yönüyle sanki Euclid'in basit bir tekrarını veriyormuş gibi gözükmesine karşın, gerçekte Batlamyus, bu noktada durmaz ve Euclid'i aşan bir belirlemede bulunarak, Euclid'de belirsizlik içeren koninin tepesinin gözdeki konumunu net olarak ortaya koyar: görsel piramidin tepesi, **corneanın** ve aynı zamanda göz küresinin daireselliğinin (rotation) merkezinde bulunur.⁴⁰ Yine Batlamyus'a göre görsel piramidin ortasındaki ışınlar, diğer kısımdaki ışınlarla oranla daha güçlü görsel kapasiteye sahiptirler.⁴¹

³⁹ Lindberg, 1976, s.16.

⁴⁰ Lindberg, 1976, s.17; Ronchi, s.24.

⁴¹ Ronchi, s.24.

Böylece Batlamyus'un çalışmalarıyla, görme optiğindeki bilgi birikimi önemli bir noktaya ulaşmıştır. Ancak görsel piramid fikri tutulmamış ve görme söz konusu olduğunda daha çok koni göz önüne alınmıştır. Nitekim kendisinden sonra, görme konusunda ve bir bütün olarak da optik ve diğer bilim dallarında, pek çok başarılı çalışmaların sergilendiğı, İslâm dünyası'nda hep görsel koni fikrine dayanılmış ve görme geometrisi bunun üzerine kurulmuştur.



I.2. İSLÂM DÜNYASI

I.2.1. GÖZİŞİN KURAMCILARI

Antikçağ'da ileri sürülen bu ışın ya da görme konileri konusunda İslâm dünyası'nda da yoğun çalışmalar yapılmıştır. Ancak burada dikkati çeken ilk yön, doğal olarak, artık bu dönemde yapılan çalışmaların hemen tamamen matematiksel olmasıdır. Bu dönemde bu konuda çalışanların başında el-Kindî gelmektedir.

a) el- Kindî (801-873):

Ebû Yûsuf Yakûb İbn İshâk el-Kindî,⁴² Antik Yunan optik çalışmalarına yöneldiğinde, dikkatini Euclid'in optiği çekmiş ve bunun üzerine önemli çalışmalar gerçekleştirmiştir. Kendisi de gözişin kuramı taraftarıdır, ve bu kuramı savunurken daha önce geliştirilmemiş pek çok

⁴² Arap Kinduh kabilesine mensup olan el-Kindi, Kûfe'lidir ve babası da buranın bir süre valiliğini yapmıştır. Arapların filozofu olarak bilinir. Dini ilimlerin yanında felsefe ve matematik eğitimi de görmüştür. Daha sonra Bağdat'a gitmiş burada yoğunlukla felsefe, mantık, fizik, tıp ve tabiat tarihi konularında çalışmış ve 270'e yakın yapıt yazmıştır. İslam dünyası'ndaki Meşai felsefe okulunun da kurucusudur. Bkz. Seyyid Hüseyin Nasr, *İslam'da Bilim ve Medeniyet*, ilgili kısmı çeviren Nabi Avcı, İstanbul, 1991, s. 42.

kanıt kullanmıştır. Bilindiği gibi Euclid *Optik*'inde herhangi bir doğrulamaya girişmeksizin bazı temel sayıntılar benimsemişti. Bu sayıntılardan biri de ışınların gözden çıktığı ve doğrusal yayıldığıydı. İşte el-Kindî, özellikle ışığın gözden çıktığı ve doğrusal yayıldığı fikri üzerinde durarak, bu sayıntının doğruluğunu göstermeye çalışmıştır.

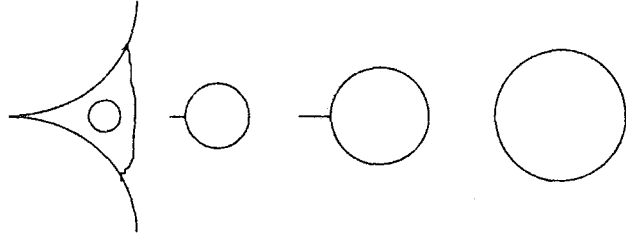
Ona göre bir duyu organının yapısı onun işlevini belirler. Nitekim kulaklar sesi toplamak için oyuk ve hareketsiz, göz ise küresel ve hareketli olarak yapılmıştır. Demek ki göz, eğer ışınlar dışarıdan geliyor olsaydı, tıpkı kulak gibi, hareketsiz olacak ve yalnızca bu ışınların alıcısı olmakla yetinecekti. Yapısı gereği etkin olduğuna göre, örneğin karanlığa etki etmektedir, ışınların gözden çıktığını kabul etmek daha doğrudur. Öte yandan yine eğer, görme duyusal nesnelerin formunun göze gelmesiyle oluşuyor olsaydı, o zaman göz önüne yanlamasına konulan bir dairenin, bir doğru parçası şeklinde değil, tam bir daire (şekil 2) olarak algılanması gerekirdi. Böyle olmadığına göre ışınlar gözden çıkmaktadır.⁴³

Gözişin kuramını haklı göstermek için ileri sürdüğü bu kanıtlar, çağdaş bilgi düzeyi karşısında yeterince anlamlı görünmese de, özellikle bu sonuncu kanıt el-Kindî için çok güvenilir ve önemli bir kanıt olarak görünmektedir. Çünkü, ona göre, göz, en iyi şekilde yalnızca baktığı yeri görmektedir. Eğer ışın göze nesneden gelseydi,

⁴³ Lindberg, 1971, s. 476; Lindberg, 1976, ss. 22-23. Lindberg, David C., *The Science of Optics, Science in the Middle Ages*, The University of Chicago Press, 1978, ss. 344-345.

yalnızca bakılan yer değil, nesnenin tamamı en iyi şekilde görünecekti. Çünkü bu durumda algı nesneden gelen görüntüsel verilerle oluşmaktadır; ve o nesnenin kendisi olarak algılanabilmesi için her yanında görüntüsel veri gelmelidir, aksi halde o nesneyi kendisi olarak algıyamayız.

Görüldüğü gibi, el-Kindî'nin gözişin kuramını savunmak için kullandığı bu akıl yürütmeler ve kanıtlamalar nesneyişin kuramının savunulmasında



Şekil 2 : el- Kindî'nin görüntüsel veri yorumu

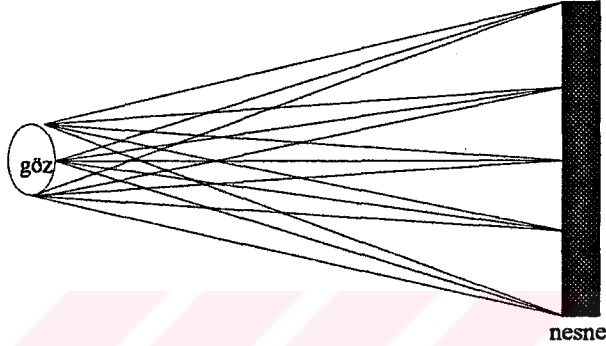
da aynı derecede geçerli görünüyor olsalar da, o dönem içerisinde İslâm dünyası'nda Euclid'in gözişin kuramının tanınmasında çok önemli rol oynamıştır.

El-Kindî'nin, Euclid kuramına yaptığı katkılar yalnızca bu kadarla kalmamıştır. O daha sonra **doğrusal yayılım** (rectilinear propagation) fikri üzerinde de durmuştur. Bu konuda özellikle gölgelerden yararlanmıştır. Çünkü ona göre, gölgeler ışıklı ya da ışıklandırılmış nesnelere teğet olarak çizilen doğrusal çizgilere uygunluk gösterirler; bu da ışığın doğrusal yayıldığına kanıttır. Aynı şekilde herhangi bir gölgeyi ikiye bölen doğrusal bir çizgi, hem ışıklı nesnenin hem de gölgeyi oluşturan opak nesnenin merkezinden geçmektedir. Bu da ışınların doğrusal yayıldığına bir başka kanıttır.⁴⁴

⁴⁴Lindberg, 1976, s. 20.

El-Kindî'ye göre de gözden çıkan ışınlar bir koni oluşturmaktadır. Ancak onda Euclid'den farklı olarak bu koni aralıklı, kesikli olmayıp, tıpkı Batlamyus'de olduğu gibi, kesiksiz bir konidir. Yine el-Kindî'ye göre, görmedeki netliği belirleyen etmen de bu koninin ekseninden geçen ışının, ışınların en kuvvetlisi olması ve bundan dolayı da ortamda tam değişim sağlamasıdır.⁴⁵

Bu son cümle, yani ışınların ortamı etkilemesi, Galen etkisini göstermesi bakımından ilginç⁴⁶ olmakla birlikte, konini ekseninden geçen ışının daha kuvvetli olması fikri de yine



Şekil 3 : el-Kindî'ye göre görme konisi

Batlamyus'nin düşünceleri sonucu oluşmuş etkiyi göstermesi bakımından önemlidir. Öte yandan bir Euclidci olmasına karşın, el-Kindî'nin koninin kaynağıyla ilgili görüşleri de Euclid'den farklılık taşımaktadır. Çünkü ona göre, görsel ışınlar göz merkezinden değil, dışbükey kısmının her noktasından yani bugünkü anlamında **cornea**'nın her noktasından yayılmaktadırlar. Bu durumda da bir tek görsel koni değil, gözlemcinin gözünün yüzeyindeki her noktadan çıkan pekçok koni olacaktır (şekil 3).⁴⁷

⁴⁵ Lindberg, 1971, ss. 478-485; Lindberg, 1976, ss. 24-26.

⁴⁶ Lindberg, 1976, ss. 30-31.

⁴⁷ Lindberg, 1971, ss. 484-485.

Bütün bu çabalarına rağmen, el-Kindî sonrası İslâm optiği Galenci ve Aristocu görüşler doğrultusunda gelişim göstermiş ve Euclidci optik İslâm dünyası'nda özellikle Aristocu görüşü savunan güçlü rakiplerle karşılaşmaktan kurtulamamıştır. Bu rakiplerin engüçlüsü ise İbn Sînâ'dır. Ancak, daha önce konuya birbirinden tamamen farklı olan iki ayrı yaklaşımda bulunan Fârâbî'den söz etmek, sürecin İslâm dünyası'ndaki gelişiminin aydınlanması bakımından yararlı olacaktır.

b) el-Fârâbî (872-950):

Ebû Nasr Muhammed İbn Muhammed İbn Tarhan İbn Uzluk el-Fârâbî'nin⁴⁸ konuya ilk yaklaşımı Euclidci bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımını o *İlimlerin Sayımı* (İhsa el-Ulûm) adlı yapıtında şöyle sergilemektedir:

Bakılan ve görülen her şey, havadan yahut gözlerimiz ile bakılan şey arasında bulunan saydam cisimden geçip, o şeye varan ışıklar vasıtası ile görülür.... Düz (müstakim) olan ışık, gözden çıktığı zaman, geçerek kesilinceye kadar, göz tarafına doğru uzayan ışıktır.⁴⁹

⁴⁸ İslam dünyası'nda el-Kindî'den sonra Meşai felsefesinin en önde gelen ikinci temsilcisi olan el-Fârâbî, Maveraünnehir'de Fârâb kentinde doğmuş, ömrünün yarısını burada geçirmiştir. Eğitiminin ilk dönemlerinde dini bilimler öğrenmiş, daha sonra felsefe ve diğer bilimlerle uğraşmıştır. Bir süre sonra o zamanın bilim merkezi olan Bağdat'a gitmiş ve mantık öğrenmiştir. Bu alanda çok başarılı olmuş ve sayılı mantık otoritelerinden biri haline gelmiştir. Bağdat'ta 20 yıl kaldıktan sonra Halep'e geçmiş, Seyfüddeve'nin sarayına girmiş ve ölünceye kadar orada kalmıştır. İlimlerin Sınıflandırılması ve Aristo mantığı üzerine yazdığı şerhleriyle büyük bir üne kavuşmuş ve **Muallim-i Sani** ünvanını almıştır. Bkz. Nasr, 1991, ss. 45-46.

⁴⁹ Fârâbî, İhsa el-Ulûm, çev. Ahmet Ateş, MEB, İstanbul, 1989, s. 99. Burada Fârâbî ayrıca ışık türlerini açıklarken her bir ışık türünde (düz, dönen, akseden, kırık) açıkça ışığın gözden çıktığını belirtmektedir. Bkz. a.g.y. ss. 99-100.

Bununla birlikte o, *Erdemli Kent Ahalisinin Düşünceleri* (Arâu Ehli Medînet el-Fadıla) adlı yapıtında ise bundan çok farklı bir yaklaşım sergilemekte ve bu kez konuyu Aristocu bir bakış açısıyla irdelemektedir. Özet olarak şunları belirtir:

Görme denilen şey, muayyen bir maddenin içinde bulunan öyle bir kuvvet ve heyettir ki, görmeden önce de, onda potansiyel bir görüğü vardır. Renkler de böyledirler: yani onlar dahi görünmeden önce bilkuve görünmekte idiler. Gözdeki görme kuvvetinin cevherinde, bilfi'il görünme yeteniği yoktur. Hakikat halde gözü ve renkleri aydınlatan Güneş ışığıdır. Bu suretle göz, ancak Güneşten aldığı ışıkla bilfi'il görür. Renkler de, yine bu suretle, ancak o ışıkla bilfi'il görünürler.⁵⁰

Bu ifadeler açıkça Fârâbî'nin ışık kaynağı olarak nesneyi gördüğü ve gözün de ancak nesneden yayılan bu ışıkla algılayabildiğini savunduğunu belirtmektedirler. Nitekim Fârâbî bu düşüncesinde, Güneşin görmeyle olan ilişkisini **mufarık aklın** (maddeden sıyrık akıl) **heyulani akla** (maddesel akıl) olan ilişkisiyle karşılaştırarak açıklamaya çalışmıştır. Şu alıntı bunu açıkça belirtmektedir:

şimdi göz -görme vasıtası olan ışıkla - bizzat ışığı ve ışığın kaynağı olan Güneşi nasıl görürse ve bilkuve görünen şeyleri nasıl bilfi'il görürse, heyulani akıl da - kendisine göre Güneşin ışığı mesabesinde olan şeyi - öyle akleder..⁵¹

Böylece Fârâbî'nin, Aristocu ışık ve görme kuramını benimsediği⁵² anlaşılmaktadır ki, burada dış ışığa daha etkin bir rol tanınmasıyla Aristo'nun görüşünün daha sarikleştirilmek istendiği de söylenilebilir.⁵³

⁵⁰ Fârâbî, *Medinet el-Fadıla*, çev. Nafiz Danışman, MEB, İstanbul, 1989, s. 67.

⁵¹ Fârâbî, *Medinet el-Fadıla*, s.68.

⁵² Lindberg, 1976, s. 43; Sayılı, 1984, s. 222.

⁵³ Sayılı, 1984, s. 222.

Ancak, Fârâbî'nin bu yapıtındâ tamamıyla Aristo'ya uygunluk göstermediğini de, yine, belirtmek gerekmektedir. Çünkü o bu yapıtının bir başka yerinde de yine göz ışığından söz etmektedir.⁵⁴

Bununla birlikte Fârâbî'nin Aristo ve Platon'un görme kuramlarını uzlaştırmayı denediği bir çalışması daha vardır. Fârâbî, Platon ve Aristoteles'in Görüşlerinin Uzlaştırılması [*Kitabu fî Cem'î Beyne Re'yey el-Ḥakimeyn*]⁵⁵ adlı bu yapıtında Platon ve Aristoteles'in çeşitli konulardaki görüşlerini onüç başlık altında ele alıp tartışmıştır. **Görme Olayı Konusundaki Görüş Ayrılığı** başlığı altında ise, bu iki düşünürün görme hakkındaki görüşlerini uzlaştırmaya çalışmıştır. Kısaca şunları belirtir: Aristoteles görmenin gözün etkilenmesiyle meydana geldiğini, Platon ise gözden çıkan bir şeyin görülene ulaşmasıyla olduğunu savunur. Ancak her ekol diğerinin fikrinin yanlış olduğunu savlamaktadır. Aristotelesçiler, Platon'un **çıkma** kavramına karşı çıkararak, çıkmanın ancak cisimler için söz konusu olacağını, Platoncular da Aristoteles'in 'görme bir etkilenmedir' savındaki **etkilenme** kavramına karşı çıkararak, niceliksel bir değişme ve başkalaşma olmaksızın etkilenmenin olamayacağını ileri sürmüşlerdir. Böylece problemi ortaya koyduktan sonra, Fârâbî bu iki düşünürün kullandığı bu kavramlarla, hiçbir zaman, gerçekte ne etkilenme

⁵⁴ Burada Fârâbî şunları söylemektedir: "... muhayyilenin [imgelem] bu resimleri müşterek duygu kuvvetine geçince onlardan müteesir olan [etkilenen] görme kuvveti üzerine inikas eder [yansır]. Görme kuvveti de bu resimleri görüş ışığı ile katedilen aydın havaya aksettirir. Havaya inikas eden [yansıyan] bu resimler, bu sefer tersine olarak, gözde bulunan görme kuvveti üzerine yeni baştan irtisam [izdüşüm, resmolma] ederler. Bu suretle fa'al [etkin] aklın verdiği şeyler o insan tarafından görülmüş olur." *Medinet el-Fadıla*, s. 76.

⁵⁵ Bu yapıt, Mahmut Kaya tarafından Türkçe'ye çevrilmiştir. Bkz., "Eflatun ve Aristoteles'in Görüşlerinin Uzlaştırılması", *Felsefe Arkivi*, 24, 1984, ss. 221-255.

sözcüğüyle **fiziksel bir etkilenmeyi** ne de **çıkma sözcüğüyle maddesel anlamda bir çıkmayı** kastetmediklerini, ancak terim sıkıntısından dolayı, yani uygun terimin olmayışından dolayı bu terimleri kullandıklarını belirtmektedir.⁵⁶

Gerçekte, çıkma konusu çok tartışılmış ve İslâm dünyası'nda da yoğun ilgi görmüş bir konudur. Nitekim daha sonra ele alacağımız üzere, gözümlerinin reddedilmesinde İbn Sînâ ve İbn el-Heysem'in en çok dayandıkları savunma gözden maddesel birşeylerin çıkamayacağı savı olmuştur.

⁵⁶ Fârâbî, 1984, ss. 234-237.

I.2.2. NESNEİŞİN KURAMCILARI

a) İbn Sînâ (980-1037):

Kısmen de olsa, gözişin kuramına karşı Fârâbî'nin başlattığı bu kıpırdama, Ebû Âlî el-Hüseyin ibn Âbdullah ibn Sînâ'nın⁵⁷ çalışmalarıyla tam bir olgunluğa ulaşmıştır. Ancak başarısı Aristocu kuramı haklı çıkarmaktan çok, bu kuramın rakiplerine karşı gösterdiği sert eleştirilerle belirginlik kazanmış ve hem Euclidci ve hem de Galenci kuramları yanlışlamak yoluyla, Aristo'nun kuramının doğruluğunu göstermeyi hedeflemiştir.⁵⁸

Bilindiği gibi, Euclidci kurama göre görme, gözden çıkan ışınların nesneye ulaşmasıyla oluşmaktaydı. İbn Sina'ya göre, eğer bu kuram doğruysa, gözden çıkan bu ışınının maddesel olması gerekir; çünkü duyarlılık gücü ancak madde aracılığıyla bir yere geçebilir, taşınabilir.⁵⁹

⁵⁷ İslâm dünyası'nın en büyük filozof ve bilginidir. Çağdaşları ona Şeyhürreis adını vermişlerdir. Buhara yakınlarındaki Belh'de doğmuştur. Çok iyi bir eğitim görmüştür. Öyle ki İbn Sînâ onsekiz yaşına geldiğinde, zamanının bütün bilimlerini öğrendiğini söylemektedir. Uzun süre gezgin hayatı sürdürmüş, Rey, Hemedan ve oradan da İsfahan'a gitmiş ve her gittiği yerin devlet adamlarından ilgi görmüştür. Ölümüne yakın tekrar Hemedan'a dönmüş ve orada ölmüştür. 250 civarında yapıt yazmıştır. En tanınmış yapıtları *el-Kanun fi't Tıb* ve *Kitab eş-Şifa*'dır. Bkz. Nasr, 1991, ss. 47-48.

⁵⁸ Lindberg, 1976, s. 44; Sayılı, 1984, s. 223.

⁵⁹ Sayılı, 1984, s. 223.

İbn Sînâ'ya göre bu durumda Euclid'in kuramının şu alt seçeneklere ayrılması gerekir:

1) Gözden çıkan ışınım, tek, homojen ve konik bir madde oluşturur;

2) Gözden çıkan bu madde, görülen nesne ile ilişki kurar fakat gözle ilişkisini keser.

3) Gözden çıkan ışınlar kısımlardan oluşurlar ve bunlar arasında karşılıklı ilişki yoktur. Bu yüzden de yalnızca görsel nesnenin belirli noktalarıyla ilişki içindedir;

4) Yayılan maddesel ışınımın görsel nesne ile ilişkisi yoktur.⁶⁰

Bu seçeneklerden birincisi İbn Sînâ'ya göre, olanaksız ve saçmadır. Çünkü, ona göre göz çok küçük olmasına rağmen, bu yoruma göre, bütün evreni dolduracak kadar madde gözden çıkacak, çok uzak yıldızlara kadar gidecek ve tekrar geri gelecektir. Üstelik bu süreç gözler açıldığı her anda yeniden tekrarlanacaktır. Bu ise olanaksızdır. İkinci ve dördüncü seçenekler ortak bir itiraza uğratılabileceği için İbn Sînâ, bunları birlikte ele alır. Ona göre, bu her iki yorumda da ışınlar göz ile nesne arasında bağlantı kurmadığı için gereksiz ve saçmadır. Euclid'in kendi kuramına en yakın yorum olan üçüncü seçeneğe gelince, burada da gözlemci yalnızca ışığın değdiği noktaları algılayacak, değmediği noktaları ise algılamayacaktır. Aynı zamanda bu ışınlar, parçalardan oluştuğu ve aralarında da karşılıklı ilişki bulunmadığına

⁶⁰ Lindberg, 1976, ss. 44-45; Sayılı, 1984, s. 223.

göre, demek ki gözlemci nesneyi ancak kısmen algılayacak, fakat büyük kısmını gözden kaçırmış olacaktır. Şu halde bu seçenek de yanlıştır.⁶¹

Böylece, İbn Sînâ, Euclidci gözişin kuramını çok ayrıntılı bir şekilde eleştirdikten sonra, Galenci görme kuramının eleştirisini yapmaya koyulur. Ona göre, bu kuramın en belirgin özelliği, görmede söz konusu olan nesneyi gözün, gözden yayılan ışın aracılığıyla değil, havanın aracılığıyla algıladığını ileri sürmesidir. İbn Sînâ'ya göre, eğer, görmenin aracı hava ise bireysel olan görme ortak bir olgu durumuna gelecektir. Yani, bir nesneye bakan kişinin gözünden çıkan ışın, nesneye ulaşip onun görüntüsünü alıp geri dönerken, aracı olan havaya dağılacak, hava her tarafa sardığı için de, etrafta bulunan diğer gözlemcilere de bu görüntüyü ulaştıracaktır. Bu durumda bir gözlemcinin görme gücü diğerini de etkileyecektir. Şöyleki, eğer, bakan kişi görme gücü zayıf bir kişi ise ve yanın da da görme gücü kuvvetli bir kişi varsa, zayıf olanın görüşü kuvvetlenecektir. Bu ise olanaksız bir şeydir. Çünkü görme bireysel bir olgudur. Bu nedenle bu kuram da saçmadır. Eğer burada ileri sürülen, ışının havayı duyarlılaştırması ise o zaman da havadaki değişimler görmeyi etkileyecektir. Örneğin rüzgar havayı savurduğunda görme de bozulacaktır. Ya da ışının havaya yaptığı etki eğer onun sıcaklığının etkisiyle oluyorsa, tersi durumda, yani havanın soğuması durumunda, görmenin bozulması gerekir. Böyle bir durum söz konusu olmadığına göre, Galenci görüşü de saçma ve tutarsız kabul etmek gerekir. Bu durumda savunulması gereken, bir tek

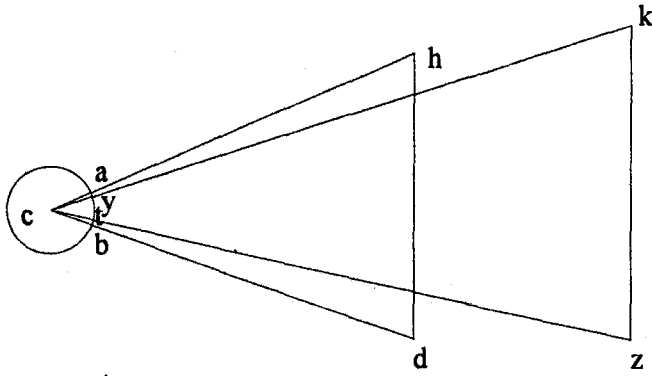
⁶¹ Lindberg, 1976, ss.45-46; Sayılı, 1984, ss.223-224.

geriye, Aristo'nun kuramı kalmaktadır. Böylece aykırı görüşleri çürüterek Aristo kuramını destekleyen İbn Sînâ bu konuda ayrıca Aristo'da karşılaşılmayan bazı düşünceleri de tezine eklemektedir. Güneş ışığına ve ateş kökenli ışığa ayrı bir statü tanınması, ışık kaynağının saçtığı ışıkla, aydınlatılmış nesnenin ya da edimselleştirilmiş rengin saydam aracılığıyla saldığı ışık arasında ayırım yapması bu farklılıklardan bir kaçıdır.

Ayrıca, görmeye ilişkin olarak İbn Sînâ'nın özel ve kendine özgü bir görüşü daha vardır. Şöyleki, İbn Sînâ'ya göre, görme dıştan gelen etki ile, gözde, bir aynadakine benzer bir görüntünün oluşması yoluyla olur. Göz burada bir aynanın oynadığı rolü oynar. Dış nesnenin görüntüsü bu aynada, yani gözde, meydana gelince, İbn Sînâ'ya göre, görme algısı doğmuş olmaktadır. Nitekim, aynanın ruhu olsaydı, İbn Sînâ'nın iddiasına göre, o da kendinde oluşan görüntüyü görecek, algılayacaktı; ayna da bir ruha sahip olsaydı, o da kendinde bir görüntü bulunduğunun bilincine ulaşacaktı.⁶²

Ayrıca İbn Sînâ bu görüşünü özel matematiksel bir yaklaşımla ele almış ve görme konisi hususuna da bu münasebetle değinmiştir. Buna göre, yakındaki nesnelerin daha büyük uzaktaki nesnelerin ise daha küçük görünmesi de, yine geometrik nitelikli bir açıklamayla belirtilmiştir (şekil 4). Ona göre, daha uzaktaki nesnenin daha küçük görünmesinin nedeni, ayna olan gözdeki sıvının küresel olması ve küresel olanın da merkeze eşit uzaklıkta bulunmasıdır. Bu nedenle

⁶² Lindberg, 1976, s.49; Sayılı, 1984, ss.226-227.



Şekil 4 : İbn Sînâ'ya göre görme geometrisi.

uzaklaşan nesne daha küçük bir yayla görüneceğinden onun görüntüsü de daha küçük bir alan içerisine düşecek ve dolayısıyla de uzaktaki bir nesne

yakındakinden daha küçük görünmüş olacaktır.⁶³ Burada özellikle İbn Sînâ'nın gözüşin kuramcılarının da bu olguyu açıklarken yukarıda söz konusu edilen açıdan söz etmelerini eleştirdiğini de belirtmek gerekmektedir. Çünkü o, bu eleştiriyle gözüşin kuramının çok önemli bir dayanağını daha çürütmek istemektedir. Şu alıntı bunu açıkça göstermektedir:

Hayret edilecek bir husus şudur ki, gözüşin tezini savunanlar da bu açıdan söz etmektedirler. Oysa, görme yeteneği forma doğru gittiğinde değil, form görme yeteneğine doğru geldiğinde açığı yararlıdır, [bu açıdan söz etmeye elverişli bir durum mevcuttur].⁶⁴

Böylece İbn Sînâ görme konisi kavramının içerdiği geometrik olgularla sadece göze ışığın dıştan geldiğini kabul eden Aristo kuramının birbirleriyle tutarlı olduğunu ve dolayısıyla de, başlangıçta da belirtildiği gibi, Aristo görme kuramının geçerliliğini göstermeyi amaçlamıştır.⁶⁵

⁶³ Sayılı, 1984, s.230

⁶⁴ Sayılı, 1984, s.231.

⁶⁵ Lindberg, 1976, s.50; Sayılı, 1984, s.231.

Görüldüğü üzere, Antikçağ'da ortaya atılan ve aynı dönem içerisinde belirli bir düzeye de ulaştırılan, görme ile ilgili çalışmalar İslâm dünyası'nda tam anlamıyla bir değişime uğramış ve ışığın kaynağına, mahiyetine ve yayılımına yönelik çok köklü ve önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Yukarıda çalışmaları söz konusu edilen bilim adamlarının getirdikleri katkılar, aslında İslâm dünyası'nda konuya yapılan topyekün katkının son derece sınırlı bir kısmını oluşturmaktadır. Görmenin matematiksel ve matematiksel olmayan yönlerine asıl çığır açıcı katkıyı bu dönemde, Sarton'un *bütün zamanların en büyük optikçisi*⁶⁶ olarak nitelediği, İbn el-Heysem yapmıştır.

b) İbn el-Heysem (965-1039):

Ebû Âli el Hasan İbn el-Hasan İbn el-Heysem'in⁶⁷ optiğe katkısı gerçekten olağanüstüdür.⁶⁸ Kendisi optik bilimini kökten değiştirerek, konuya getirdiği esaslı matematiksel inceleme tavrını olgunun fiziksel

⁶⁶ Sarton, George, *Introduction to the History of Science*, cilt 1, Baltimore, 1927, s.721.

⁶⁷ Basra'lı olan İbn el-Heysem, Müslüman fizikçilerin en büyüğüdür. Basra'dayken bilim alanındaki şöhretini duyan Mısır Fatimi hanedanının çağrısı üzerine Mısır'a gitmiştir. Nil'in taşmalarını önleme planı başarısızlığa uğrayınca hükümdarın gözünden düşmüş ve gazabına uğramıştır. Bundan sonra matematikle ilgili yazmaları çoğaltarak yaşamını sürdürmüştür ve Kahire'de ölmüştür. 200'e yakın yapıt yazmıştır. Matematik ve astronomi konularıyla da uğraşmasına rağmen, asıl başarısını optikte göstermiştir. Bu konuda yazdığı yapıt *Kitab el-Menazir* adını taşımaktadır ve 17. yüzyıla kadar otorite olmuştur. Bkz. Nasr, 1991, ss. 49-50.

⁶⁸ İbnü'l Heysem'in optiğin hemen her konusunda çalışmaları vardır. Onun bu çalışmalarını bir bütünsellik 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 İbn al-Haitham," *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.

boyutunu da ışın 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.

Bilindiği üzere Antik Yunan'da Euclid ve Batlamyus'un savunuculuğunu yaptığı gözışın kuramı etkindi ve bu kuram İbn el-Heysem öncesi İslâm bilim adamlarınca da benimsenmişti ve matematiksel inceleme de önemli ölçüde ağırlık kazanmıştı. Ancak yine de Batlamyus anlamında bir geometrik optik incelemesi gerçekleştirilememiştir. Hatta bu bilim adamları daha çok göz anatomisi, görme fizyolojisi ve büyük oranda ışığın yayılımının fiziksel analiziyle çalışmalarını sınırlamışlardı. Gerçi bununla birlikte, fiziksel analiz matematikle desteklenmiş ve konu matematiksel olarak da irdelenmişti. Ancak konunun tam anlamıyla matematikselleşmesi için gereken son adım atılamamıştı. İşte İslâm dünyası'nda optiğin bir bütün olarak matematikselleşmesi ise İbn el-Heysem ile gerçekleşmiştir. Hatta hem bu başarısından, hem de gerçekleştirdiği kırılma çalışmalarından dolayı kendisine ikinci Batlamyus adı verilmiştir.⁶⁹

İbn el-Heysem, ışığın kaynağı ve görmenin oluşumu konularını yoğunlukla *Kitâb el-Menâzır* adlı baş yapıtının ilk üç kitabında sergilemiştir. Burada o, öncelikle gözışın kuramına karşı çıkararak, ışığın nesneden geldiği varsayımından hareket eder. Bunu göstermek için de,

⁶⁹ Boyer, Carl B., *The Rainbow, from Myth to Mathematics*, Princeton, New Jersey, 1987, s. 80.

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. Şu alıntı bunu açıkça göstermektedir:

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 birşey getirip getirmediğini araştırmak isterim. Eğer görme sadece bu yolla oluyorsa ve göze bir şey geri gelmiyorsa, göz göremez... Eğer nesneden göze ışık aracılığıyla renk ve ışın gelmezse, göz o nesneyi algılayamaz. Bu nedenle, bütün olasılıklar göz önüne alındığında da, gözden ışık çıksa da, çıkmasa da, göze bakılan nesneden bir şeyler geri gelmezse, görme olayı gerçekleşemez.⁷⁰

Bu alıntı, ışık kaynağı ne olursa olsun, göze dışardan birşeyler gelmediği sürece görmenin gerçekleşemeyeceğini belirtmektedir. Bu açıklama İbn el-Heysem'in kendinden önce konuya yönelik çalışan bilim adamlarının kuramlarına oranla çok daha yalın ve o ölçüde de sağlam bir kanıt yakaladığını göstermesi bakımından önemlidir. Çünkü onun bu açıklamalarında açıkça, ışık kaynağı ne olursa olsun, dışarıdan ışık ve renk göze gelmediği sürece görmenin olamayacağı savı, çok özlü bir biçimde belirtilmektedir. Şu alıntı bunun kanıtıdır:

Gösterildiği gibi, nesnenin durumu ne olursa olsun, bakılan nesnenin göze ulaşan rengi ve ışığı, gözde ışık çıksın ya da çıkmasın, göz tarafından algılanır.⁷¹

⁷⁰ İbn el-Heysem, 1. Kitap, 6. bölüm, 51. ve 52. maddeler, ss.78 -79.

⁷¹ İbn el-Heysem, 1. Kitap, 6. bölüm, 53. madde, s.79.

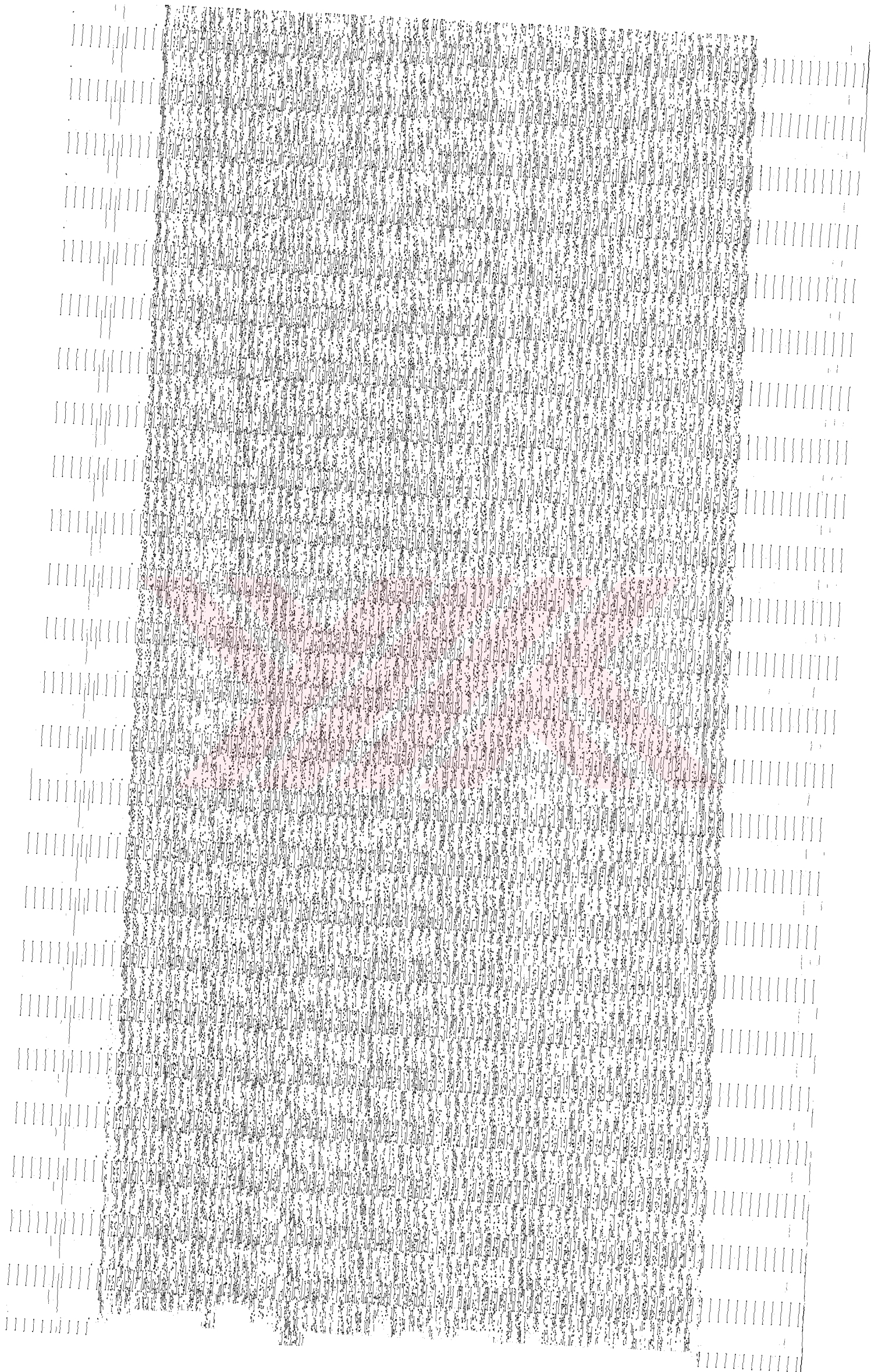
Bu açıklama aslında şu temel sava dayanmaktadır: eğer görme göz ışınları aracılığıyla oluyorsa, bu ışınların tekrar nesneden göze birşeyler getirmesi gerekir. Çünkü nesneden göze birşeyler gelmiyorsa, görme olmaz. Eğer göz ışınları nesneye gidip ondan birşeyler alıp göze geri geliyorsa, o zaman da ışının nesneden çıktığını kabul etmek daha akıllıca olacaktır.

Nitekim İbn el-Heysem'de **Işığın Görme Üzerine Etkisi**'ni incelediği dördüncü bölümde, ışığın nesneden geldiğini gözden birşeylerin yayılmadığını belirtmektedir. Bu bölümün beşinci maddesinde şöyle demektedir:..... *Işık gözde belirli bir etki yapmaktadır.*⁷²

Böylece İbn el-Heysem ışığın nesneden geldiğini ve görmeye de bu ışığın neden olduğunu kesinlikle gösterdikten sonra, kendi kuramının temel dayanağını kuracak ve gözişin kuramına da son verecek belirleyici kanıtını şöyle oluşturur:

Şimdi, gözden ışının çıktığını savunanların görüşünü gözönüne alalım ve bu görüşten neyin yanlış ve neyin doğru olduğunu gösterelim. Bu demektir ki, (yani gözişin kuramına göre,) görme gözden nesneye bir yayılımın gitmesiyle oluşmaktadır. Eğer böyleyse, o zaman da bu yayılım ya maddeseldir, ya da değil. Eğer maddeselse, ki maddesel olmalıdır; çünkü gökyüzüne baktığımızda yıldızları görmekteyiz. Bu durumda yer ile gök arasındaki alanı bu yayılım dolduruyor ve gözde bu süreçte kendisinden hiçbirşey kaybetmiyor demektir ki, bu açıkça olanaksız ve saçmadır. Bu nedenle görme, gözden bakılan nesneye maddesel bir yayılımın geçmesiyle oluşmaz. Fakat eğer, bu yayılım maddesel olmayan bir yayılımsa, o zaman da algılama olmaz; çünkü algı yalnızca maddesel nesnelere aittir.

⁷² İbn el-Heysem, 1. Kitap, 4. bölüm, 5. madde, s. 52



doğuda Kemâlüddîn el Fârîsî, batıda ise Roger Bacon, John Pecham, Witelo, Mourolico, della Porta ve Kepler'dir.⁷⁶

c) Kemâlüddîn el-Fârîsî (öl. 1320):

Kemâlüddîn Ebû el-Hasan Muhammed ibn el-Hasan el-Fârîsî'nin⁷⁷ konuyla ilgili olarak kaleme aldığı başyapıtının adı, ibn el-Heysem'in *Kitab el-Menâzır*'ı üzerine yazdığı ayrıntılı bir yorum olan, *Tenkih el-Menâzır*'dır (Optiğin Düzeltilmesi). Bu yapıt 1927-28 yıllarında iki cilt olarak Haydarabad'da yayınlanmıştır. Ancak ne yazık ki yapıtda pek çok basım yanlışları bulunmaktadır. Öyleki şekiller çok büyük oranda birbirine karıştırılmış, bazen de anlatımın ya çok önüne ya da çok gerisine bırakılmıştır. Bu nedenle anlatımların şekillere uygunluğunu bulmak kolay olmamaktadır. Ancak büyük zorluğuna rağmen, yine de, Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin düşüncelerinin ana hatlarını çıkarmak mümkün olabilmektedir. Bununla birlikte, burada da bir güçlük vardır. Bunun nedeni, yukarıda da belirtildiği üzere, *Tenkih el-Menâzır*'ın çok büyük oranda İbn el-Heysem'in *Kitab el-Menâzır*'ına dayanması, ve burada serimlenen düşüncelerin ne kadarının Kemâlüddîn el-Fârîsî'ye ait olduğunun belirlenmesindeki güçlüktür. Çünkü Kemâlüddîn el-Fârîsî,

⁷⁶ Lindberg, 1976, s.86.

⁷⁷ Nerede, kaç yılında doğduğu ve yaşamı hakkında herhangi bir bilgi söz konusu olmamakla birlikte, yalnızca 1320 yılında öldüğü tahmin edilmektedir. Kendisi İran'lı olmasına rağmen yapıtlarını Arapça yazmıştır. Matematikçi, fizikçi ve astronomdur. Ancak onun da asıl ilgisini optik oluşturmaktadır ve ibn el-Heysem'in optiği üzerine (*Kitab el-Menâzır*) kaleme almış olduğu *Tenkih el-Menâzır* adlı yapıtı onun en büyük yapıtıdır. Bkz. Sarton, *Introduction*, I, 1927, s. 707

gelenegin etkisiyle olsa gerek, yapitinda kendi dusünceleriyle İbn el-Heysem'inkileri birbirinden ayırdetme yoluna gitmemiştir. Sadece **dedi** ve **diyoruz** kelimeleriyle yaptığı bir ayırım vardır ki, burada da **diyoruz** kelimesiyle serimlenen düşüncelerin ne kadarının kendisine ve ne kadarının hocasına, yani Kütbeddîn el-Şirâzî'ye ait olduğuna karar vermek olanaksızdır. Zira Kemâlüddîn el-Fârîsî bu kitabı hocasının yardımıyla yazıp tamamladığını belirtmektedir.

Bütün bu güçlülere rağmen yapıtı incelediğimizde şu önemli noktalar hemen dikkatimizi çekmektedir.

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

2) Gökkuşağının oluşumu gibi, bazı optik olguların açıklanmasında Kemâlüddîn el-Fârîsî, İbn el-Heysem'den daha başarılı olmuş, onun atamadığı son adımları atabilmiştir.⁷⁸

3) Kemâlüddîn el-Fârîsî bu yapıtında yalnızca *Kitab el-Menâzır*'da işlenmiş konuları değil, aynı zamanda, İbn el-Heysem'in ayrı makaleler

⁷⁸ 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 Kütbeddîn'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 Kemalüddîn el-Fârîsî'nin yaptığı kanısındayız. Bu konu için bkz. Topdemir, Hüseyin Gazi, "Kamal al Din 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.

halinde ele aldığı konuları da bir bütünlük içerisinde *Tenkih el-Menâzir*'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, İbn el-Heysem'den yaptığı alıntıya dayanarak, gözün, kendinden ışıklı ya da ışıklandırılmış nesneden ışık gelmediği sürece hiçbir şeyi algılayamayacağını⁷⁹ açıkça belirtmektedir. Burada dikkatimizi çeken ilk şey, onun da öncülerinde olduğu gibi, nesnelere **ışık kaynağı** (*muğî*) olanlar ve **ışıklandırılmış** (*munîr*) olanlar olmak üzere ikiye ayırmış olmasıdır. Aslında bu ayırım İslâm dünyasında 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 *đaw* (*điya*), bunun nesnelere yarattığı ışık için de *nûr* kelimesini kullanmıştır. Bu ayırım çeviri yoluyla batıya da geçmiş ve 13. yüzyıldan itibaren, bu ayırımı 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.⁸⁰

⁷⁹ Kemâlüddîn el-Fârîsî, *Tenkih el-Menâzir*, Haydarabad, 1927, 1. cilt, s.19

⁸⁰ Sayılı, 1984, s.212.

Kemâlüddîn el-Fârîsî yalnızca nesnelere ışıklı olup olmamalarına göre ayırmak bakımından öncülerinin izlediği yolu izlemekle kalmamış, aynı zamanda ışığın yayılımının açıklanmasında da İbn el-Heysem'in görüşlerini tekrar etmekle yetinmiştir. Örneğin, *Tenkih el-Menâzir*'in yine üçüncü bölümünün birinci maddesinde, şunları belirtmektedir: *Kendinden ışıklı her bir nesnenin ışığı karşısında bulunan her bir opak nesnenin üzerinde parlar.*⁸¹ Aynı bölümün ikinci maddesinde ise ışığın yayılımını betimlemekte ve *ışığın yayılımı, ortamın saydam olması koşuluyla, doğrusal çizgilerde olur*⁸² demektedir.

Görüldüğü üzere, Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin bu iki maddede ortaya koyduğu düşünceler tamamen İbn el-Heysem'den yapılmış doğrudan alıntı olmaktan öte bir anlam taşımamaktadır.

Kemâlüddîn el-Fârîsî aynı bölümün üçüncü maddesinde ise yine İbn el-Heysem'in ayrıntılı olarak tartıştığı ışık kaynağının yaydığı ışıkla aydınlanmanın yeğinliği arasındaki ilişki, yani **Fotometri** konusunu ele almıştır.

Ona göre, tıpkı İbn el-Heysem'de olduğu gibi, kendinden ışıklı her cisimde, o cisimdeki her parçada ışık yayılır. Ancak, cismin bütününden çıkan yayılım, tek bir parçasından çıkan yayılımdan daha kuvvetli olur.⁸³ Burada **Fotometrinin** temel yasasına bir yaklaşım olmasına karşın, bu yasanın tam ifadesi gerçekleştirilememiştir. Sadece ışık

⁸¹ Kemâlüddîn el-Fârîsî, s.24.

⁸² Kemâlüddîn el-Fârîsî, s.24.

⁸³ Kemâlüddîn el-Fârîsî, s. 21.

kaynağının yoğunluğu dikkate alınmış aydınlanmayla uzaklık arasındaki ilişki, tıpkı İbn el-Heysem'de olduğu gibi, ele alınmamıştır.

Diğer taraftan, kendinden ışıklı nesnelerin yaydığı ışığa **birincil ışık** adını veren Kemâlüddin el-Fârîsî'nin, ışıkla görme arasındaki ilişkiyi de yine İbn el-Heysem'in getirdiği yaklaşım çerçevesinde ele aldığını, ve nesneden ışık gelmediği, ya da nesne üzerine ışık düşmediği sürece, gözle algılanamayacağını belirttiğini, bu bölümün başında açıklamıştık. O görmenin koşullarını ise özetle şöyle açıklamaktadır.

1. Göz ile nesne arasında belirli bir mesafe olmazsa, algı olmaz.
2. Nesneler ışıklı olmadıkça ya da ışıklandırılmadıkça algılanamazlar.
3. Algılanmanın diğer bir koşulu da miktara sahip olmaktır. Miktarı olmayan şey algılanamaz. Miktarın algılanması da algılayan gözün algı kuvvetine bağlı olarak değişir.
4. Opak nesneler görülür, salt saydam olanlar ise görünmezler.
5. Parlak renkli nesneler diğerlerine göre daha kolay ve çabuk görülürler.

Sıralanan bu maddelerin dikkatimizi çeken ilk yönü, hemen tamamının, aynı zamanda görmede söz konusu olan perspektif kurallarını da tanımlamakta olmasıdır. Bu ise İbn el-Heysem'in kendinden sonraki dönemler için optik biliminin gündemini nasıl etkin bir biçimde belirlediğini göstermesi bakımından ilginçtir. Çünkü bu

konu çok ayrıntılı olarak ilk kez İbn el-Heysem tarafından işlenmiştir. Ayrıca İbn el-Heysem çok ayrıntılı ve hemen bütün optik konularını bir bütünsellik içerisinde optik bilimine dahil etmiş ve ele aldığı fiziksel incelemeyi, geliştirdiği **geometrik kurgulamanın** (construction) yanında düzenlediği başarılı deneylerle birleştirerek optikte çok başarılı olmuş ve pek çok yanlış eğilimi, bir daha geri dönülemeyecek şekilde ortadan kaldırmıştır. Öyleki, kendisine kadar gelen dönemde sıklıkla tartışılan konu ışığın kaynağı ve hedefi meselesiydi; ve bir grup bilim adamı ışık kaynağı olarak gözü, diğer bir grupta nesneyi görmekteydi. Oysa İbn el-Heysem ile birlikte artık ışığın kaynağı ve hedefi problemi sorun olmaktan çıkmış ve ışık kaynağının nesne olduğu kesinlikle kanıtlanmıştır. Nitekim Kemâlüddîn el-Fârîsî'de, İbn el-Heysem öncesi dönemdeki tartışmalar yerini, ışığın fiziksel anlamda mahiyetini anlamaya yönelik tartışmalara bırakmış ve bu anlamda **muğî** ve **mustağî**, yani ışık saçan nesnenin ışığıyla, ışıklandırılmış nesnenin saçtığı ışığın mahiyetini anlamak ön plana çıkmıştır. Nitekim yukarıda bu kavramların çeviri yoluyla batıya geçtiğini ve uzun bir dönem boyunca batılı bilim adamlarının da gündemini belirlediğini vurgulamıştık.

Burada üzerinde durulması gereken bir konu daha kaldı. O da İbn el-Heysem'in batıda bu kadar etkili olmasında optikte sağlamış olduğu başarının yanında, batının uğramış olduğu karanlıkta çıkmak için, İslâm dünyası'nda başlattığı yoğun çeviri faaliyetlerinin tam ortasında bulunmasının da bunda ayrıca etkili olduğunu da vurgulamak gerekir.

Nitekim bu bölümün başlangıcında, Kemâlüddîn el Fârîsî'nin, İbn el-Heysem'in bilgi düzeyini kavramış olmasının yanında bazı optik olguların açıklanmasında onun yapamadığını da yaptığını belirtmiştik. Örneğin bütün çabasına rağmen, İbn el-Heysem gökkuşağının oluşumunu doğru olarak açıklayamamıştır. Kemâlüddîn el-Fârîsî ise İbn el-Heysem'in kavram ve açıklamalarından hareketle gökkuşağını doğru olarak açıklamayı başarmıştır.⁸⁴ Ancak bu başarısı yüzyılın başına kadar gün ışığına çıkamamıştır.⁸⁵ Bunun bir nedeni de, işte bu çeviri döneminin gerisinde kalmış olmasıdır. Zaten batıda İbn el-Heysem sonrası İslâm optiği hakkında çok az şey bilinmektedir. Bunun nedeni de yine bu döneme ait yapıtların çeviri yoluyla aktarılamamış olmasıdır. Örneğin Kemâlüddîn el-Fârîsî'den genellikle hep İbn el-Heysem'in yorumcusu olarak bahsedilmekte, ancak başarılarından ayrıntılı olarak söz edilmemektedir. Buna karşılık İbn el-Heysem'in en küçük risalesi bile pek çok araştırmaya konu edilmiştir. Bundan dolayı da, haklı olarak, bütün optik konularında olmasa bile pek çok optik konusunda 17.yüzyıla kadar etkili olmuştur. Bu etkinin en çok belirginleştiği dal ise

⁸⁴ Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin gökkuşağı açıklaması, benzer şekilde ve aynı dönemde batıda Theodoric (1250-1311) tarafından da gerçekleştirilmiştir. Bu başarının altında yatan neden de yine İbn el-Heysem'in yapıtının etkisidir. Bkz. Topdemir, 1990, ss. 490-491; Topdemir, 1992, ss. 110-111.

⁸⁵ Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin tanınmasında yardımcı olan çalışmalardan bazıları şunlardır: Eilhard Wiedeman, "Über die Brechung des Lichtes in Kugeln nach Ibn al Haitham und Kamâl al Dîn al Fârîsî", *Sitzungsberichte der Physicalisch-Medizinische Sozietat in Erlangen* 42, 1910, ss. 15-58.; Eilhard Wiedeman, "Zur Optik von Kamâl al Dîn", *Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik*, 111, 1910-12, ss. 161-177.; Mustafa Nazif, "Kamâl al-Dîn al-Fârîsî wa ba'd buhûthuhu fi ilm al-Daw", *the Egyptian Society for the History of Science* yayınlarından, yayın no 2, Kahire, 1958, ss. 65-100.; Roshdi Rashed, "Le Modéle de la Sphere Transparente et l'explication de l'arc -en- ciel: Ibn al-Haytham, al-Fârîsî", *Revue d'histoire des Sciences et de leurs applications*, 23, 1970, 109-140.

görme optiğidir. Çünkü Kepler'in **retinal görüntü** kuramını dayandırdığı temel kavramların bir çoğunun kaynağı İbn el-Heysem'in görme kuramıdır. Örneğin bir nokta kaynaktan çıkan yayılım şeması Kepler'in görme kuramının en temel ilkelerinden biridir; ve bu kuramın temelini oluşturan probleme yani nesnedeki bir noktadan çıkan yayılımın gözde o noktanın karşılığı olan noktaya, başka bir deyişle nesne ve gözdeki görüntü noktalarının bire birlik karşılıklılığının çözümüne yönelik ilk açık anlatım da yine İbn el-Heysem tarafından gerçekleştirilmiştir.⁸⁶

⁸⁶ Lindberg, 1976, s. 86.

I.2.3. MİSTİK GÖRÜŞ

a) Suhreverdi (549-587):

İslâm dünyası'nda görmeye ilgili olarak ileri sürülen kuramlar yalnızca bu anlatılanlarla sınırlı değildir. Bunun dışında kaynağını **İşrâk** felsefesinden alan ve konuya tamamıyla mistik bir açıdan yaklaşan görüş de vardır. Bu görüşün en önemli temsilcisi ise Suhreverdi'dir.

İşrâk (Aydınlanma) felsefesinin kurucusu olan ve Şeyh-i Maktul⁸⁷ lakabıyla tanınan Şehabettîn Yahya bin Habeş bin Emirek Suhreverdi,⁸⁸ **İşrak-i Hikmet** adını verdiği felsefesinde her şeyi ışık ve karanlık ilkelerine dayanarak ele almıştır.⁸⁹ Öyleki buradaki **İşrâk** istidlali düşünce ve rasyonalizmi aşan, sezgisel bir düşünce anlamına gelmektedir.⁹⁰

⁸⁷ Corbin, Henry, *İslam Felsefesi Tarihi*, çev. Hüseyin Hatemi, İstanbul, 1986, s. 203.

⁸⁸ Şeyh-i Maktul ünvanıyla İslâm felsefe ve tasavvuf tarihinde önemli bir yer edinmiş olan Suhreverdi, öğrenimini Meraga'da yapmış, Felsefe ve usulü fıkıh dersleri almıştır. Aslen İran'ın Zencan vilayetine bağlı küçük bir kasaba olan Suhreverdi'dir. Kendisi İslâm dünyası'nda Hikmet-i İşrakiyye adı verilen Platon felsefesinin ikinci temsilcisidir. Bkz. Suhreverdi, *Nur Heykelleri*, çev. Saffet Yetkin, MEB, İstanbul, 1986.

⁸⁹ Nasr, S.H., "Şihabeddin Suhreverdi Maktul", çev. M. Alper Tuğsuz, *İslam Düşüncesi Tarihi*, Ed. M.M. Şerif, Türkçe Baskının Editörü, Mustafa Armağan, cilt 1, İstanbul, 1990, (411-435), s.415.

⁹⁰ Nasr, a.g.e., s.418.

Burada açıkça Aristo'nun görüşü reddedilmekte ve alemin cevherinin ışık olduğu belirtilmektedir; ve madde de karanlıktan veya ışığın yokluğundan başka bir şey değildir.⁹¹

Suhreverdî, görmeyi de yine bu genel bakış açısı altında ele alır. Ancak, yalnızca Aristo'nun kuramını reddetmekle kalmayıp, aynı zamanda Aristo'nun kuramına karşıt olan, gözişin kuramını da benimsemez. Böylece Ortaçağ boyunca genel kabul gören görme kuramlarını reddederek bunların dışında bir görme kuramı önerir.

Hikmet el-İşrak adlı esrinin ikinci bölümünde kendi görme kuramını önerirken, öncelikle bu iki kuramın eleştirisini yapar. Ona göre, nesnelerin suretlerinin önce gözbebeğine, oradan sağduyuya ve son olarak da ruha ulaşmasıyla görmenin oluştuğunu savunan Aristocu kuram, son derece büyük nesnelerin suretlerinin gözbebeğine nasıl etki ettiğini açıklayamaması nedeniyle yanlıştır. Çünkü, görme ani bir harekettir ve bu esnada insan mantığını kullanmaz. Bundan dolayı da çok büyük nesnelere bile göze küçük oranlarda etki ederler ve kişi o nesnenin gerçek boyutunu bilemez.⁹²

Suhreverdî'ye göre, bu nedenden dolayı optik uzmanları, genellikle, gözden çıkan ve tepesi gözde olan bir ışın konisinin tabanının nesneye ulaşmasıyla görmenin gerçekleştiğini belirten diğer kurama yani gözişin kuramına inanmışlardır. Ancak, Suhreverdî, yukarıda da belirtildiği gibi, bu kuramı da reddeder. Çünkü ona göre, ışık ne bir

⁹¹ Nasr, S. H., *İslam ve İlim*, Çev. İlhan Kutluer, İstanbul, 1989, s.138.

⁹² Nasr, 1990, s.424.

ilinek ve ne de bir töz (cevher)'dür. Eğer bir ilinek ise taşınamaz, iletilemez. Bu yüzden töz olmalıdır. Ancak eğer, töz ise bu durumda da hareketi ya bizim irademiz ya da kendi doğasına bağlı olacaktır. Bizim irademize bağlı olsaydı, yaşantılarımıza aykırı olarak, biz bir nesneye baktığımızda, onu görmeyebilirdik. Eğer bu ışık kendi doğasına bağlı olarak hareket edebiliyor ise, bu kez de, belirli bir yönde, örneğin buhar gibi yukarıya ya da taş gibi aşağıya doğru, hareket etmelidir. Bundan dolayı da, biz sadece bir yönde (hareket yönünde) görmeliydik ki, yine bu da deneyimlerimize aykırıdır.⁹³

Kendisinden önceki kuramlara karşı yaptığı ve yukarıda genel hatlarıyla belirtilen eleştirisinden sonra, Suhreverdi ışık ve görme konusunda şunları söyler:

Işık apaçık bir şeydir ve bundan dolayı da tanıma gerek yoktur. O varlıktır, yokluğu ise yokluktur (karanlıktır). Tüm gerçeklik ışık ve karanlığın derecelerinden oluşur. *Mutlak hakikat Işıkların Işığı*'dir. Bütün evren de asli ışığın değişmeyen, her zaman aynı olan ve her yeri aydınlatan parlaklığının dereceleridir.⁹⁴ Sadece aydınlatılmış nesnenin görüntüsü olabilir. İnsan bu nesneyi gördüğünde, nefsi onu kaplar ve onun ışığı tarafından aydınlatılır. Nesne karşısında nefsin bu aydınlanması (İşrâk), görmedir. Bu yüzden görme eylemi bile, tüm bilginin İşrakî (ilimnative) karakterini taşır.⁹⁵

⁹³ Nasr, 1990, s.424.

⁹⁴ Nasr, 1990, s.425

⁹⁵ Nasr, 1990, s.424.

Bu açıklamalarında Suhreverdi'nin ışık kaynağı olarak nesneyi de, gözü de kabul etmediği anlaşılmaktadır. Nitekim *Nûr Heykelleri* adlı yapıtında ışığın nesnelere bir ilinekle olduğu belirtilmektedir.⁹⁶ Bu nedenle nesnelere ışık kaynağı olamamaktadırlar. Çünkü tüm gerçeklik **Yüce Işık**'ın -Işıklar Işığı- aydınlatmasıdır.⁹⁷ Eğer nesnelere kendiliğinden ışıklı olabilselerdi, onlar da **Cevher Nur** -Soyut Nur- olacaklardı. Halbuki, her tür ışık, Feleklerdeki Güneş, elementlerdeki ateş, ve hatta insan ruhundaki ilahi ışık da yine bu yüce ışığın aydınlatmalarıdır.⁹⁸ Bu nedenle ancak yüce ışığın aydınlatmasıyla varlıklar görünür hale gelebilirler.

Tamamıyla mistik bir yaklaşımı içeren bu anlatımların optik bilim tarihi açısından fazla değer taşımadığını belirtmek gerekmektedir. Bu değer taşımama daha çok bilimsellik açısından dır. Ancak bilginin gelişim sürecinde ve konuya dikkatlerin çekilmesinde önemli olduğu da muhakkaktır. Nitekim, bu dönemde İshrâk ekolünün yaygınlaşan etkisiyle olsa gerek, optik konusuna duyulan ilgide bir canlanma olmuş ve bu dönem araştırmacıları önemli başarılar elde etmişlerdir.⁹⁹

⁹⁶ Suhreverdi, 1986, s.15.

⁹⁷ Nasr, 1990, s.426.

⁹⁸ Nasr, 1990, ss.425-426.

⁹⁹ Nasr, 1989, s.142.

I.3. BATI DÜNYASI

I.3.1. GENEL YAKLAŞIMLAR

Batı dünyasında optik çalışmalar İslâm'da yapılan çeviri faaliyetleriyle ivme kazanırken, ve optik gelenek yeniden oluşturulurken, bir yandan da Antik Yunan'daki yapıtlar da, adeta yeniden keşfediliyordu. Özellikle 12. yüzyıl bir tür *yeniden doğuş, yeniden öğrenme ve yeniden keşif* dönemidir.

Batı kendisini karanlık çağdan kurtaracak yeni bir atılımı sağlamak amacıyla, bilimsel değerlerin yaratıldığı ve titizlikle korunduğu İslâm dünyası'na yöneldiğinde, diğer bilim dallarında olduğu gibi optikte bu yönelimden uzakta kalamazdı. Nitekim ister İslâm dünyası'nda yaratılmış orjinal yapıtlar, isterse daha öncesine ait olan ancak titizlikle Arapçaya çevrilmiş ve korunmuş olan optik yapıtlar büyük bir hızla Latinceye çevrilmiştir. Ancak bu çeviri etkinliği yalnızca İslâm dünyası'yla sınırlı da değildi; aynı zamanda Antik Yunan'daki belli başlı yapıtları da içerecek biçimde yürütülmekteydi. 11. yüzyılda bir kıpırdanma halinde devam eden bu çeviri etkinliği, 12. yüzyılda tam anlamıyla batıya yönelik bir akış halini almış ve 13. yüzyılda tekrar yoğunluğunu

kaybetmiştir. Ancak her şeye karşın 13. yüzyılın ortalarına doğru Antik Yunan'da ve İslâm dünyasının'da ortaya konulmuş optik yapıtların hemen tümü Avrupa'nın önemli kültür merkezlerinde toplanmıştı.¹⁰⁰

Toplanan bu yapıtların üç temel niteliği vardı:

1. Matematiksel ya da fiziksel yaklaşımı içeren salt optik yapıtlar.
2. Göz ve göz hastalıklarını ve tıbbî metinleri içeren oftalmoloji yapıtlar.
3. Doğa felsefesi, meteoroloji ve psikoloji içerikli yapıtlar.

Bu sınıflamaya kısaca göz attığımızda, saf optik içerikli yapıtlar içerisinde öncelikle çevrilenlerin şunlar olduğunu görmekteyiz:

1156 ve 1160 yılları arasında Batlamyus'un *Optik'i*; 1187'de Ebû Abdullah Muhammed ibn Mu'adh'ın *Optik'i De Crepusculis* adıyla Cremona'lı Gerard tarafından Latinceye çevrilmiştir. Bu yapıt uzun zaman ibn el-Heysem'in sanılmıştır. Gerçekte böyle olmadığı daha sonra yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır.¹⁰¹ Bunlardan başka Euclid'in *Optik'i* birkaç kez ve 1269'da da İskenderiye'li Heron'un *Katoptrik* adlı çalışması ve nihayet el-Kindî'nin *Optik* yapıtı *De Aspectibus* adıyla yine Cremonalı Gerard tarafından Arapçadan Latinceye çevrilmiştir.

Bu salt optik nitelikli yapıtların yanında, Ali ibn İsa'nın, İbn Rüşd'ün tıp çalışmaları ve İbn Sînâ'nın *el-Kanun fi't Tıbb'ı*, Galen'in,

¹⁰⁰ Lindberg, 1976, 102-103.

¹⁰¹ Bkz. Sabra, A.I., "The Authorship of the Liber de Crepusculis, an Eleventh Century Work on Atmospheric Refraction", *Isis*, 59, 1968, ss. 77-85.

Hüneyn ibn İshâk'ın ve Râzî'nin tıp kitapları da çevrilen yapıtlar arasındadır.

Bunlardan başka doğa felsefesini ilgilendiren genel nitelikli örneğin Aristo'nun *Meteoroloji* ve *Ruh Üstüne* adlı kitapları, İbn Sînâ'nın *Şifa'sı*, Platon'un *Timaios* adlı diyalogu çevrilen çalışmalardır.¹⁰²

Ancak batı optik geleneğinde asıl köklü değişime yol açan İbn el-Heysem'in *Kitab el-Menâzır*'ının çevirisidir. Bu kitap 12. yüzyılda De Aspectibus adıyla Latinceye çevrilmiştir. Çevireni belli olmayan¹⁰³ bu çevirinin oldukça etkin olduğu bir gerçektir. Çünkü daha sonra göreceğimiz gibi başta Bacon olmak üzere, Pecham ve Witelo'nun konuyla ilgili düşüncelerini köklü olarak etkilemiştir. Bu yapıt yine 1572'de Basel'de, Witelo'nun optik kitabıyla bir arada *Opticae Thesaurus Alhazeni Libri Septem* adıyla, Friedrich Risner (öl. 1580) tarafından Latinceye çevrilmiştir.¹⁰⁴ İbn el-Heysem'in bu kitabına olan ilgi günümüzde de sürmektedir. Öyleki bu kitabın doğrudan görme konusunu içeren ilk üç kitabının İngilizce çevirisi de 1989 yılında gerçekleştirilmiştir.¹⁰⁵

İşte batıda 11. yüzyılın sonlarında ve 12. yüzyılın başlarındaki çeviri etkinliğiyle doğmaya başlayan bu değişim hareketinin ortaya çıkardığı ilk belirgin gelişme ise Platoncu kuramın yeniden canlandırılma

¹⁰² Lindberg, 1976, ss. 209-211.

¹⁰³ Ronchi, Vasco, *The Nature of Light*, Trans. V. Barocas, Harvard University Press, 1970, ss. 45-47.; Sabra, A.I., "Ibn al-Haytham", *Dictionary of Scientific Biography*, 6, 1972, s. 197. Lindberg, 1976, ss. 209-210.

¹⁰⁴ Sabra, 1972, s. 197.; Sarton, I, s. 721.; Winter, s. 191. Sabra, 1972, s. 205.

¹⁰⁵ Bkz. Sabra, A.I., *The Optics of Ibn al-Haytham*, London, 1989.

çabasıdır. Öyleki bu çaba bu dönemde ortaya konulan görme kuramlarının hemen tümünde kendini göstermektedir.¹⁰⁶ Bu yönde çalışan bilim adamlarının önemlilerinden birisi Conches'li William'dır.

a) Conches'li William (1080-1150)

William'a¹⁰⁷ göre, görmenin oluşması için üç etmene gereksinim vardır. 1) dış ışık, 2) iç ışık, 3) opak nesne. Eğer bunlardan birisi olmazsa, örneğin kör insanda iç ışığın olmaması, karanlık gecede dış ışığın olmaması ya da nesnenin saydam olması gibi, görme de olmaz.¹⁰⁸

Görsel sürecin oluşumunun ana çizgilerini belirleyen bu açıklamalar tamamen Platoncu yaklaşımın izlerini taşımaktadır. Nitekim William'ın, ruhun nesnelere nasıl algıladığına yönelik açıklamalarında bu etki daha belirgin bir durum almaktadır. Ona göre, gözden çıkan ışık dış ışıkla karışır ve opak nesneye ulaşır. Özelliği gereği nesnenin yüzeyine yayılan ışık, onun rengini ve biçimini de alır. Geri dönerken de, aynı şekilde, o nesnenin biçimini ve rengini de ruha taşımış olur.¹⁰⁹ Bu ifadeler tamamen Platon'un kuramından alınmıştır. Nitekim Platon için de, görme, gözden

¹⁰⁶ Lindberg, 1976, ss. 90-91.

¹⁰⁷ 12. yüzyılın en önemli bilim adamlarından birisi kabul edilmektedir. Normandiya, Conches'de doğmuştur. Kral II. Henry'nin öğretmeni olan William, batıda Platonculuğun yeniden doğmasının da öncülüğünü yapmıştır. Bkz. Lindberg, 1976, s. 91.

¹⁰⁸ Lindberg, 1976, s. 91

¹⁰⁹ Lindberg, 1976, s.91.

çıkan ışıkla dışarıdan ya da nesneden gelen ışığın karışımıyla oluşan ışıkla olmaktadır.

Böylece Conches'li William, 12. yüzyılda Platoncu kuramın yeniden doğuşunu sağlayan çalışmaları temsil ederken, buna karşılık çağdaşı olan Bath'li Adelard'da 12. yüzyıl **renaissance**'ının diğer bir boyutunu, yani İslâm dünyası'ndaki çalışmaların aktarılması ve özümlemesini temsil ediyordu.

b) Adelard (12. yüzyıl)

Bütün Avrupa'yı ve Orta Doğu'yu gezen Adelard¹¹⁰ çok sayıda bilimsel yapıtı Arapçadan Latinceye çevirmiştir. Kendisi aynı zamanda *Doğa Problemleri* (Questiones Naturales) adını verdiği ansiklopedik bir yapıtı da yazmıştır.¹¹¹ Adelard görme kuramlarıyla ilgili tartışmalarını da bu yapıtında sergilemiştir. Burada çoğunlukla İslâm dünyası'ndaki kuramların tekrar edilmesinin yanında sunulan yeni bir kuram daha vardır. Bu kurama göre, beyin ateşle aynı niteliğe sahip, özel ince bir hava üretmektedir. Bu hava optik sinir aracılığıyla yayılmakta ve

¹¹⁰ Euclid'in Elementler'inin Arapça uyarlamasını Latinceye çevirmiş ve bu çeviri batıda yüzyıllar boyunca etkin olmuştur. Fransa'da öğrenim görmüştür. 1110-1125 yılları arasında yaptığı çeşitli yolculuklarla İtalya, Kilikya, Suriye, Filistin ve İspanya'ya gitmiştir. Daha sonra tekrar Bath'a dönmüş ve Kral II. Henry'nin öğretmenliğini yapmıştır. Dialog türünde *De Eodem et Diverso* (Ayrılık ve Çeşitlilik) üzerine yapıtlar yazmıştır. İnsan Doğası, Meteoroloji, Astronomi, Botanik ve Zooloji konularında 76 tartışma metninden oluşan yapıtının adı *Questiones Naturales*'dir. Bu yapıtı İslâm bilimine dayanmaktadır. Abaküs ve Usturlab'a ilişkin çalışmaları vardır. Ayrıca bir de *Zic* yazmıştır. Bkz. *Ana Britannica*, 1, 1986, İstanbul, s. 89.

¹¹¹ Lindberg, 1976, s. 93.

gözbebeğinden dışarı çıkmaktadır. Bu görsel ruh olağanüstü bir hızla görsel nesneye geçer ve orada o nesnenin formuyla etkilenmiş olur. Geri dönerken de o nesnenin formunu gözlemcinin ruhuna taşır.¹¹²

İslâm dünyası'ndaki çalışmalarla karşılaştırıldığında son derece zayıf kaldığı her bakımdan anlaşılan bu çalışmanın önemi batıda optik çalışmaların yeniden kurulmasına yardımcı olmasıdır. Ancak batı optiğinde yeni bir dönemin asıl izlerini Robert Grosseteste'de bulmaktayız.



¹¹²Lindberg, 1976, s. 93.

I.3.2. MİSTİK GÖRÜŞ

a) Robert Grosseteste (1168-1253)

Grosseteste'nin¹¹³ yapıtlarında Antik Yunan ve İslâm dünyası'nın en önemli ürünlerinin izleri çok açık olarak görülmektedir. Burada asıl önemli olan yan, onun tartışmalarında ilk defa optikte İslâm dünyası'nda ve Antik Yunan'da gerçekleştirilen başarıların kavranıldığı ve özümsemeye başlanıldığına açıkça görülmesidir.

Mistik ve metafizik tabanlı olmasına karşın, onun optiğe yaklaşımı gerçekten olağanüstü olmuştur. Öyleki, geliştirdiği dört farklı ışık analogisiyle yalnızca optiği değil, aynı zamanda tüm Varlığı açıklamayı hedeflemiştir. Onun bu mistik ve metafizik tabanlı dört farklı ışık analogisi şunlardır:

1) Değişmez Platoncu formların bilgisinin kazanılması süreci göz yoluyla maddesel görmeye benzer bir şey olarak gerçekleşir.

2) Işık ilk maddesel form, ve maddesel dünya da bir ilk ışık noktasının kendi kendine yayılması sonucudur.

¹¹³ Grosseteste, Oxford ve Paris'te okumuştur. 1214'de Oxford Üniversitesi'nde chancellor seçilmiş ve 1229-1235 yılları arasında Oxford'da Franciscan incelemeleri okutmanı olmuştur. 1235'de Lincoln piskoposluğuna gelmiş ve ölünceye kadar bu görevini sürdürmüştür. Bkz. Lindberg, 1976, s. 95.

3) Maddesel dünyadaki her tür nedensellik ışığın yayılımı ile benzer bir biçimde gerçekleşir.

4) Teolojik doğrular ancak, açık seçik olarak **ışık meteforları** kullanılarak açıklanabilir.

Grosseteste'nin bu analogilerinden birincisi için **Işık Epistemolojisi**, ikincisi için **Işık Metafiziği** ya da **Kozmogonisi**, üçüncüsü için **Işık Etiolojisi** ya da **Fiziği**, dördüncüsü için de **Işık Teolojisi** kavramlarını kullanmak ve onun kuramını bir bütün olarak da **Işık Felsefesi** ya da **Metafiziği** diye tanımlamak yerinde olur.¹¹⁴ Çünkü onun için de, tıpkı Suhreverdî'de olduğu gibi, ışık ve görme konusu mistik, metafizik bir konudur; ve bütün Ortaçağ boyunca etkili olan Augustinci geleneğin derin izlerini taşımaktadır. Yani **asıl ışık (arketip ışık)** Tanrı'dır. Duyumlanan ışık ise, bunun taklididir. Bu anlamda diğer bütün ışıkların kaynağı bu asıl ışık yani Tanrı'dır.¹¹⁵ Dolayısıyla algılama da gerçekte, yine Suhreverdî'de olduğu gibi, **Tanrısal bir aydınlanma** (divine illumination)'dır. Ona göre, bu Tanrısal aydınlanma tinsel bir ışıktır. Güneş nasıl ki gözün, gözle görülebilir nesnelere algılamasını sağlıyorsa, tıpkı bu **Tanrısal aydınlanma** ya da **spirtüel ışık** da akılsal gözün akılsal nesnelere algılamasını sağlar. Bunu o fazlasıyla Platoncu olan şu yaklaşımıyla ortaya koyar: Augustine'in de açıkça belirttiği gibi, **en yüksek hakikatin ışığı dışında, hiçbir doğru anlaşılabilir.** Ancak, tıpkı sağlam olmayan bedensel gözlerin, Güneş ışığı tarafından

¹¹⁴ Lindberg, 1976, s. 95.

¹¹⁵ Lindberg, 1976, ss. 95-96.

aydınlatılmadığı sürece renkli cisimleri görememesi gibi, zihnin sağlam olmayan gözleri de doğruları yalnızca **en yüksek hakikatin** ışığında anlarlar.¹¹⁶

Baştan sona Platoncu kuramın derin izlerini taşıdığı her bakımdan anlaşılabilir, ışık kavramının bu tür kullanımı Grosseteste'nin ışık felsefesinin sadece bir yönüdür. Kökeni çok daha karanlık olan ikinci bir yönü de, ışığın maddesel dünyanın yaratılışında çok temelli bir biçimde içerildiğini savunan **ışık kozmogonisi** ya da **fiziğidir**.¹¹⁷

Burada temele konulan fikir, yukarıda da belirtildiği gibi, herşeyin kendisinden çıktığı bir **ışık arkesi** (arche)'dir. Aslında bu yaklaşımın kökeni de çok açık olarak Yeni Platoncu görüşte, yani Plotinos'ta bulunmaktadır.

Plotinos (öl. 270)'a göre, bütün varlık, kendisi asla tanımlanamayan, aşkın olan **Bir**'in taşması (südur) sonucu oluşmuştur. Bir'den ilk önce **nous** (zeka) taşar, **nous**'dan **ruh** ve **ruh**'dan da bireysel ruhlar ve sonunda maddi dünya **taşar, südur** eder.¹¹⁸ İşte Grosseteste bu metafizik südur fikrine, **nous**'un ve diğer ruhların süduru kavramlarını gözardı eden farklı bir anlam yükler. Öyleki, o doğrudan doğruya maddesel dünyadan hareket eder ve Tanrının bir ilk **ışık noktası** (primordial point of light) yani **maddesel form** yarattığını savunur. Böylece bu ilk ışık noktasından, ışık hızla bütün yönlere ve

¹¹⁶ Lindberg, 1976, s. 96.

¹¹⁷ Lindberg, 1976, s. 96.

¹¹⁸ Weber, 1991, ss. 111-115; Lindberg, 1976, s. 96.

kendiliğinden, daha doğrusu kendi doğası gereği yayılır. Bu yayılım bütün varlığın doğuşunu sağlar.¹¹⁹

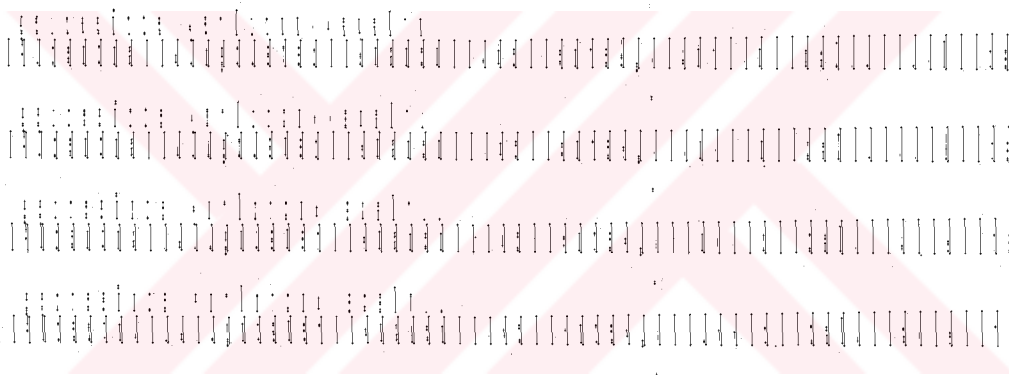
Böylece bütün bunlardan, Grosseteste'nin, ışık hakkında ileri sürdüğü bu metafizik düşüncelerle, optiği doğa felsefesinin odağı haline getirmeyi hedeflediği açığa çıkmaktadır. Aslında onun bütün kuramı ışığın Hristiyanca yorumundan başka birşey değildir. Bu yönüyle bilimsel olarak çok anlamlı olmayabilir. Ancak batıda optik geleneğin canlanması, daha doğrusu yeniden kurulması açısından çok önemli olduğu da muhakkaktır. Çünkü, yukarıda da belirtildiği gibi, ilk defa batıda optik, metafizik anlamda da olsa, bu kadar ayrıntılı olarak tartışılmaktadır.¹²⁰

Batıda başlayan bu gelişmeler, özellikle 13. yüzyılın ikinci yarısından itibaren, İbn el-Heysem'in yoğun etkisiyle daha büyük bir ivme kazanmıştır. Bu etkinin görüldüğü anahtar kişi de Roger Bacon'dır. Çünkü Roger Bacon, İbn el-Heysem'in görüşlerini, Aristo, Augustine, Grosseteste v.b. araştırmacıların görüşleriyle uzlaştırmayı denemiştir. Bu deneme ise batıda matematiksel geleneğin kurulmasını sağlamıştır.¹²¹ Onun bu çabasını kendisinden sonra Witelo ve John Pecham sürdürmüşlerdir. Ancak bu çalışmaları serimlemeden önce, bu konuda özellikle Aristocu görüşün yeniden canlandırılmasına ön ayak olan

¹¹⁹ Lindberg, 1976, ss. 96-97.

¹²⁰ Lindberg, David C., "Robert Grosseteste and the Revival of Optics in the West", *A Source Book in Medieval Science*, ed. Edward Grant, Harvard University Press, ss. 384-385.

¹²¹ Lindberg, 1976, s. 104.



Bu bölümün başlangıcında batıda optik gelenek canlanırken ilk önce Platoncu görüşün güncel hale geldiği ve daha önce çalışmaları serimlenen Conches'li William, Bath'lı Adelard ve Robert Grosseteste'nin bazı farklılıklar içermelerine rağmen, temelde Platoncu oldukları belirtilmişti. İşte Albertus Magnus ise bu yaklaşıma karşılık Aristo'nun kuramını ileri sürmüştür. Ona göre, Platoncu kuram, daha doğrusu **gözişin** kuramı geçerli olamaz. Tek geçerli ve doğru kuram Aristo'nun kuramıdır. Tavır olarak İbn Sînâ'yla büyük benzerlik taşıyan Albert'ın bu karşı çıkışında temele koyduğu **argüman** şudur: Görme ancak, bir nesnenin saydam ortamı etkilemesi ve bu değişimin **crystallin humor'a**, oradan optik sinirlere ve en sonunda da ilk duyarlı organ olan sağduyuya geçmesiyle oluşur.¹²⁵

Görüldüğü gibi bu anlatımlar tamamen Aristocu görme kuramından kaynaklanan anlatımlardır, ve görmede ortamın niteliğine temel önem tanımaktadır. Ayrıca Albert için, bu kuramı savunmanın başka haklı gerekçeleri de vardır. Çünkü ona göre, tıpkı İbn Sînâ'da olduğu gibi, Aristocu kuramdan başka diğer hiçbir kuram bir nesnenin görünmesini sağlayan veya söz konusu olan **piramidi**, dolayısıyla görmenin matematiksel açıklamasını yapamaz. Çünkü görmede söz konusu olan bu **piramid** ortamın değişimi sonucu meydana gelmektedir.¹²⁶

Albertus Magnus böylece, tıpkı İbn Sînâ'nın İslâm dünyası'nda yaptığını tekrarlayarak, yani rakip görüşleri çürüterek, Aristo'nun

¹²⁵ Akdoğan, aynı yapıt, s. 295.

¹²⁶ Akdoğan, aynı yapıt, s. 295.

kuramının geçerli ve tek doğru kuram olduğunu kanıtlamaya çalışmıştır. Bunda başarılı da olmuştur. Çünkü uzun bir süre kabul görmüştür.

b) Roger Bacon (1214-1294)

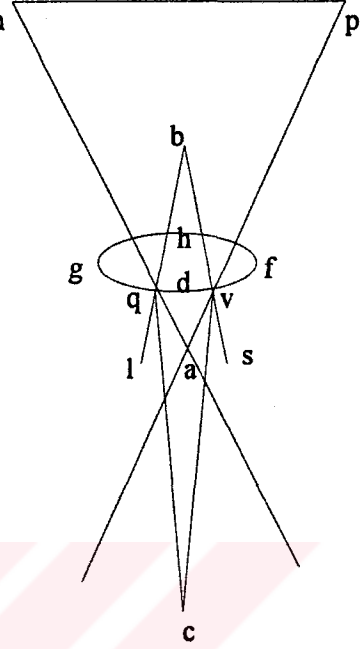
Kendisi de optiği doğa felsefesinin odak noktası olarak gören Bacon'ın¹²⁷ etkilendiği önemli kişilerden biri, Grosseteste olmasına karşın, şüphesiz ki, Antik Yunan ve İslâm optik geleneğinin de belirgin izlerini taşımaktadır. Yukarıda da belirtildiği gibi, bu dönem artık İbn el-Heyssem etkisinin belirgin bir biçimde ortaya çıkmaya başladığı bir dönemdir. Nitekim Bacon'ın temel optik görüşleri de İbn el-Heyssem'e dayanmaktadır.

Bacon'a göre de bir nesnedeki her bir noktadan bütün yönlere doğru ışınlar ya da suretler yayılmaktadır. Yayılan bu her bir ışın gözdeki

¹²⁷ İngiliz filozof ve bilgini. Zengin bir ailenin oğlu olan Bacon, aritmetik, geometri, müzik ve gökbilim dersleri almıştır. Oxford'da okumuştur. Yaşamının 1236'dan 1251'e kadar olan dönemini Paris'te geçirmiştir. 1251'de Oxford'a dönmüş ve orada ders vermeye başlamıştır. Verdiği dersler Skolastiklerde düşmanlık uyandırdığı gerekçesiyle, 1257'de ders vermesi yasaklanınca tekrar Paris'e dönmüştür. Bacon, bilginin her dalıyla (dinbilim, kimya, gökbilim, matematik, optik, tanrıbilim) ilgilenmiş, ışığın yansımaları ve kırılması üzerinde çalışmış ve gökkuşağını açıklayan bir kuram geliştirmiştir. Ancak en belirgin düşüncesi skolastiğin baskısında kurtulmayı ve deneye dayanan bilime önem verilmesini savunmasıdır. Optikte özellikle küresel sapınç alanındaki çalışmaları kayda değerdir. Başlıca yapıtları şunlardır: *De Speculis*, *De Mirabili*, *Protetate Artis et Natureae*, *Metaphysica*, *De Computo Naturali*, *Compendium Studi Philosophia*. Bkz. *Grolier International Americana*, 2, 1993, s. 398.

her bir noktaya ulaşır. Bu ışınlar tepesi gözde olan bir **piramid** oluştururlar.¹²⁸

Bütünüyle İbn el-Heysem'den alındığı görülen bu açıklamalarda da tıpkı İbn el-Heysem'de olduğu gibi, temel bir problem ortaya çıkmaktadır. O da nesnedeki her bir noktadan çıkan ışınlar göze ulaştığına göre, nesnedeki noktalarla gözde ulaşılan noktalar arasında bire bir uygunluğun nasıl sağlandığıdır. İbn el-Heysem bu probleme kırılmaya dayanan bir çözüm bulmuştu. Yani göze gelen ışınların tümü görmede sorunlu değildir.



Şekil 5 : Bacon'a göre görsel piramid.

Görmeyi belirleyen **dik ışın** ve **dike yakın ışınlar**dır. İşte bu probleme Bacon'ın yaklaşımı şöyledir:

Gözün ve cornea'nın her bir noktasına nesnenin tümünden çıkan piramidin tepesi ulaşır. Nesnenin her bir parçasının sureti burada karışmış olur. Bununla birlikte, gözün ya da cornea'nın bir noktasına, örneğin gözbebeğine görsel nesnenin yalnızca bir noktasının sureti dik olarak gelir; diğer suretler ise aynı noktaya eşit olmayan açılarda eğik olarak gelirler. Göz havadan daha yoğun olduğundan, zorunlu olarak, kırılma kanunları gereği, bütün eğik gelenler cornea'nın yüzeyinde kırılırlar. Bundan dolayı, eğik gelenin sureti zayıf olur ve benzer şekilde kırılır. Dik olarak gelenin sureti ise kuvvetli olur. Bu nedenle parlak ve kuvvetli ışığın zayıf ışığı gizlemesi gibi, dik gelen suretler de eğik

¹²⁸ Lindberg, 1976, s. 109.

qelen suretleri qizlerler.¹²⁹ Böylece tabanı görsel nesnede, tepesi de *cornea*'nın kavislilik merkezinde yer alan görsel piramid oluşmuş olur. Görme de yayılan bu piramidin gözlemcinin gözüne ulaşmasıyla ortaya çıkar (şekil 5).¹³⁰

Tamamıyla İbn el-Heysem'den alındığı açıkça anlaşılan bu açıklamalarla Bacon, yalnızca bu konuda değil, aynı zamanda diğer ayrıntı noktalarında da İbn el-Heysem'i serimlemeye devam eder. Örneğin, İbn el-Heysem'in görmenin gerçekleşmesi için gerekli olduğunu belirttiği koşulları (göz ve nesne arasında mesafe olması, ışık, nesnenin büyüklüğü v.s.) Bacon'da aynen sıralamıştır. Ancak bunlara **zaman** ve **gözün sağlığı** koşullarını eklemiştir ki, bu iki koşul da zaten İbn el-Heysem tarafından çalışmasının farklı yerlerinde, görmenin gerekli koşulları olarak açıklanmıştır. Bu bakımdan Bacon'ın katkısı yoktur. Öte yandan o göz anatomisi bakımından da İbn el-Heysem ve İbn Sînâ'nın sunduklarını tekrar etmekle yetinmiştir.¹³¹

Sonuç olarak Bacon'ın çalışması İbn el-Heysem'i aşamayan, onun kuramının ayrıntılarıyla sınırlı kalan bir çalışmadır. Ancak her şeye rağmen karşın onun bu çalışması kendisinden sonra sürdürülen çalışmalar, her ne kadar bu çalışmalar da İbn el-Heysem'e dayanmaktaysa da, üzerinde oldukça etkin olmuştur. Bu çalışmayı yapanlardan biri John Pecham diğeri de Witelo'dur.

c)John Pecham (1220-1292)

¹²⁹ Lindberg, 1976, s. 109. Çevirisi verilen metin Bacon'ındır.

¹³⁰ Lindberg, 1976, s. 109.

¹³¹ Lindberg, 1976, ss. 111-112.

Her ne kadar John Pecham'ın¹³² düşüncelerinde Bacon'ın bir çeşit sentez niteliği taşıyan kuramının izleri var ise de, gerçekte onun tüm temel düşünceleri İbn el-Heysem'e dayanmaktadır. Nitekim onun başyapıtı olan *Perspectiva Communis*¹³³ İbn el-Heysem'in *Kitab el-Menâzır*'ının uzun ve çok daha zor anlaşılır bir kopyesidir. Zaten Pecham yapıtında sık sık yazar ya da fizikçi kelimeleriyle tanımladığı İbn el-Heysem'den alıntılar yapmıştır. Hatta bazı bölümleri kelimesi kelimesine *Kitab el-Menâzır*'dan aktarılmıştır. Örneğin, Pecham'ın görme kuramı, göz anatomisi ve fizyolojisi, algı psikolojisi, kırılma ve yansımaya bağlı olarak görüntü oluşumu kuramı hemen tamamen İbn el-Heysem'den alınmıştır. Öyleki, bu konuların işlenişinde izlenen yolun ana çizgileri de yine *Kitab el-Menâzır*'da serimlenen yönetime bağlı kalınarak ortaya konulmuştur.¹³⁴

John Pecham'ın kitabının birinci bölümü, *Kitab el-Menâzır*'a koşut olarak **Doğrudan Görme** (Direct Vision) konusuna ayrılmıştır. Burada sunulan temel savlar özetle şöyledir:¹³⁵

¹³² İngiliz ilahiyatçısı olan Pecham, Paris ve Oxford'da eğitim görmüştür. Canterbury başpiskoposudur. 1290'da Nicolaus IV'ün ısrarı üzerine İngiltere'de haçlı seferlerini savunmuştur. Başlıca yapıtları *Ruhun Aynası* (Speculum Animae) *Ahlak Üzerine Kitap* (Liber de Oculo Morali), *Tartışma Konuları* (Questiones Disputatae)'dir. Bunlar onun İlahiyat konusundaki değerli yapıtlarıdır. Optik konusundaki yapıtı ise İbn el-Heysem'in *Kitab el-Menâzır*'ının özeti olan *Perspectiva Communis*'dir. Bkz. *Meydan Larousse*, 15, s. 541.

¹³³ John Pecham'ın bu yapıtı David C. Lindberg tarafından incelenmiştir. Bkz. *John Pecham and the Science of Optics, Perspectiva Communis*, The University of Wisconsin Press, 1970. Pecham ile ilgili yaptığımız alıntılar bu edisyona aittir.

¹³⁴ *Pecham*, a.g.y. ss. 24-25; Lindberg, 1976, s. 117

¹³⁵ Bu önermeler *Perspectiva Communis*'in 1. Bölümündeki 84 önermeden seçilmiştir. Bkz. aynı yapıt, ss. 63-155.

1. Işık ve renk gözü etkiler.
2. Işıklı nesneden gelen ışınlar bir **piramid** oluştururlar.
3. Dar bir aralıktan geçen ışınlar bir nesnenin üzerine düştüğünde, yuvarlak olarak görünürler ve daima o aralığın genişliğinden daha büyük bir alanı aydınlatırlar.
4. Işıklı cismin her bir noktası ortamı **yarı-küresel** olarak aydınlatır.
5. Bir görsel nesnenin ışınları ortamı birbirine karışmaksızın aydınlatırlar.
6. Gözün üzerine düşen kuvvetli ışıklar ortamdaki görsel nesnelere gizlerler.
7. Yoğun ışık zayıf ışıkta görünmeyen pek çok görsel nesneyi görünür hale getirir.
8. Cisimlerin renkleri, üzerlerine düşen farklı ışıklara göre değişik görünür.
9. Bir nesnenin görsel algısı o nesne üzerine düşen ışığın, ortamın ve gözün konumuna göre değişir.
10. Birincil ışık ışınları ve renk daima ortamdaki değişimlere bağlı olarak, bölünmeksizin doğrusal çizgilerde yayılırlar.
11. Görme göz üzerine dik olarak düşen yayılım çizgileri aracılığıyla oluşur.
12. Görme gücü **glacial humor**'da bulunur.

13. Görsel nesnelere yayılan **piramid** aracılığıyla algılanırlar.

14. Hiçbir şey ışıksız görünmez.

15. Görme yalnızca saydam ortam aracılığıyla olur.

16. Gözün sağlıklı olması net görme için gereklidir.

Pecham'ın optik kitabının birinci bölümünde sunduğu önermelerden seçerek aldığımız yukarıdaki önermelerden çok açık olarak ortaya çıkan durum şudur:

1. Daha önceden de belirtildiği üzere bu dönem artık İbn el-Heysem'in yoğun olarak etkili olduğu bir dönemdir. Nitekim alınan bu önermelerden tümü *Kitab el-Menâzır*'dan, ya doğrudan ya da değiştirilerek alınmıştır. Örneğin, ışık ve rengin gözü etkilediği, ışıklı nesnenin her bir noktasından ışık yayıldığı, kuvvetli ışığın gözü kamaştırdığı, renklerin üzerlerine düşen ışığa göre farklı algılanacağı v.b. önermeler tamamen *Kitab el-Menâzır*'dan doğrudan alınmıştır. Buna karşılık, nesneden gelen ışınlar **piramid** oluşturur, ve ışıklı nesnenin her bir noktası ortamı **yarı-küresel** olarak aydınlatır gibi bazı önermeleri ise değiştirilmiş önermelerdir. Aslında **piramid** fikri Batlamyus ve Pecham öncesi diğer batılı optikçilerce yaygın kabul görmüş bir fikirdir. Buna karşılık **küresel yayılım** fikri ise İbn el-Heysem'de mevcuttur. Ancak Pecham **küresel yayılımı yarı küresel** olarak anlaşılması daha zor bir ifadeye dönüştürmüştür.

2. Yine bu dönem optiğinde incelenen konular ve varılan sonuçlar da İslâm dünyası'nda gerçekleştirilenlerle sınırlı kalmıştır. Başka bir

deyişle hâlâ, bu dönemde optiğin gündemini İslâm dünyası'nda sergilenen, geliştirilen ve sınırlanan konular oluşturmaktadır. Örneğin Pecham öncesi optik çalışmalarında Bacon bir tarafa bırakıldığında -ki onun çalışmasının da büyük oranda İbn el-Heysem'e dayandığı yukarıda gösterilmişti- diğer çalışmaların hemen tümü optikte bulunması gereken ayrıntıdan yoksundu ve işlenen konular, bu konularda getirilen problemler ve bunlara önerilen çözümler, fikir ve bilimsel yaklaşım olarak daha çok Antik Yunan'a dayanıyordu; ve Platon ile Aristo'nun görüşlerini güncelleştirmenin ötesine geçememişti. Bacon'la başlayan optiğe yeni yaklaşım süreci ise İslâm optiğinin batıya yoğun olarak aktarılmasının bir sonucudur. Nitekim yukarıda kısaca değerlendirilmesi verilen John Pecham'ın *Perspectiva Communis* adlı yapıtı bu aktarımın adeta son noktası görünümündedir. Çünkü bu yapıtle artık optikte, o zamana kadar optiğin konusu kabul edilen hemen hemen bütün optik olgular, tıpkı İslâm dünyası'nda olduğu gibi, özellikle de *Kitab el-Menâzır*'a koşut olarak bir bütünlük içerisinde incelenmiştir.

Aslında bu dönem *Kitab el-Menâzır*'ın etkisinin en üst düzeye ulaştığı bir dönemdir. Çünkü, bu dönemde *Kitab el-Menâzır* batılı araştırmacılar için temel kaynak yapıt olarak hizmet vermekle kalmamış, aynı zamanda çok yaygınlaşan bir yapıt niteliğini de kazanmıştır. Yukarıda da ayrıntısıyla anlatıldığı gibi, Bacon, Pecham ve aşağıda anlatımı verilecek olan Witelo'nun yapıtlarının temel esin kaynağı İbn el-Heysem'in *Kitab el-Menâzır*'ıdır. Bu etki de gerçekte doğal bir etkidir. Çünkü batı dünyası, bugün optiğin temel problemleri olarak sınıflanan

problemlerinin sistematik olarak incelendiği bir yapıyla ilk kez karşılaşmaktadır. Üstelik *Kitab el-Menâzır* bu niteliğini, büyük ölçüde sofistike matematiksel tekniklerle de birleştirmiş bir yapıdır.¹³⁶ Durum böyle olunca, ister istemez, bu dönemdeki bütün optik yapıtları, *Kitab el-Menâzır*'dan büyük oranda etkilenmişlerdir. Nitekim Witelo'nun *Perspectiva*'sında da bu etki açıkça görülmektedir.

d) Witelo (13. yüzyıl)

Batı optiğinde, bu yüzyılda başlayan yeni dönemin üçüncü adımı olan Witelo'ya göre de, görme gözden çıkan ışınlar aracılığıyla olmaz.¹³⁷ Aslında İbn el-Heysem'den alınmış olmasına karşın, Witelo'nun bu savı oldukça önemlidir. Çünkü 13. yüzyılda batıda gözişinlerini savunmayan tek yazar Witelo'dur.

Bilindiği gibi, İbn el-Heysem'in görkemli karşı çıkışlarıyla gözişin (extramission) kuramı çürütülmüş ve nesneışin (intromission) kuramının geçerliliği kanıtlanmıştı. Ancak, 13. yüzyılda batıda Witelo hariç, Roger Bacon ve John Pecham temel pek çok optik problemin çözümünde İbn el-Heysem'le hemfikir olmalarına karşın, ışığın kaynağı ve görmenin oluşumunu sağlayan ışınlar konusunda ondan ayrılmışlar ve ışınların

¹³⁶ Lindberg, 1974, s. 392.

¹³⁷ Lindberg, 1974, s. 407.

gözden çıktığını savunmuşlardı.¹³⁸ Işıkların gözden çıkmadığını savunması bakımından Witelo ileri bir adımı temsil etmektedir. Şu alıntı bunu açıkça göstermektedir:

eğer ışıklar gözden çıksaydı, görsel güç aracılığıyla dış nesnelere birleşecekti. Eğer böyleyse o zaman bu ışıklar ya maddeseldir ya da değil. Eğer maddeselse, o zaman, göz yıldızları ve gökyüzünü gördüğüne göre, gözden çıkan maddesel bir şeyin, zorunlu olarak, göz ve gökyüzünün görünen kısmının arasını, gözün kendisinden hiçbir eksilme olmaksızın, doldurması gerekirdi. Bu ise olanaksızdır..... Eğer [bu ışıkların] maddesel olmadığı kabul edilirse, o zaman da bu ışıklar görsel nesneyi algılayamazlar. Çünkü, algı ancak maddesel nesnelere olur. Bundan dolayı, maddesel göz, bu duyulanamayan, maddesel olmayan ışın aracılığıyla algılayamazdı. Ne de görsel nesneyi gözün algılayabilmesi için bu maddesel olmayan ışıklar göze birşeyler geri getirebilirdi. Çünkü görme ancak göz ve görsel form arasındaki ilişki ile olur. Bundan dolayı göz ışıkları görmeyi meydana getirmezler.¹³⁹

Görüldüğü üzere, Witelo'nun yaptığı karşı çıkışın bütün temel dayanakları kelimesi kelimesine İbn el-Heysem'den alınmıştır. Bu bakımdan fazla önemli olmamasına karşın, mevcut bilgi düzeyini koruyabilmiş olması bakımından oldukça önemlidir. Öte yandan onun bu çalışmasında yalnızca İbn el-Heysem'in değil, aynı zamanda yeni Platoncu görüşün izleri de vardır. Örneğin ona göre, ışık bütün duyuşal formların ilki ve bütün duyuşal nesnelere de yeterli nedenidir.¹⁴⁰ Burada açıkça ortaya çıkan durum şudur: İbn el-Heysem'in görmenin

¹³⁸ Roger Bacon için bkz., Lindberg, 1974, s. 405.; Pecham için bkz., *Perspectiva Communis*, s. 127.

¹³⁹ Lindberg, 1974, s. 407. Çevirisi verilen metin Witelo'nundur.

¹⁴⁰ Lindberg, 1970, s. 119.

matematiksel ve fizyolojik boyutlarıyla ilgili olarak geliştirdiği kurallara, Witelo, Bacon'dan türettiği metafiziksel dayanaklar sağlamaya çalışmıştır.

Görüldüğü üzere 13. yüzyıl batıda optik bilimi açısından bir sentez dönemidir. Çünkü bu yüzyılın tamamına yayılan Roger Bacon, John Pecham ve Witelo'nun çalışmalarında şu üç temel eğilim çok açık olarak kendini göstermektedir: Antik Yunan, İslâm ve Hristiyan düşüncesi. Özellikle bu üç özelliği en iyi sentezleyen Bacon olmuştur. Bu nedenle, bu dönemin karakteristik çalışması olarak Roger Bacon'ı göstermek doğru olur. Bununla birlikte, hem Pecham hem de Witelo yoğun olarak İslâm dünyası'nda etki almalarına karşın, daima Antik Yunan optiğinin temel öğelerini de çalışmalarına katmışlardır. İşte bu nedenle bu yüzyıla **sentez yüzyıl**'ı denilmiştir.¹⁴¹ Bu belirleme tamamıyla doğrudur. Çünkü bundan sonraki yüzyıllarda batıda, optiğe 16. yüzyıla kadar bu anlamda ilave bir gelişme yapılamamıştır. 14. ve 15. yüzyıllar boyunca oluşan görsel kuramın tarihine göz atıldığında, Ortaçağ'ın bu son dönemlerinde, yalnızca eski kuramların yeniden canlandırıldığı açıkça görülmektedir. Nitekim bu dönemde konuya üç farklı yaklaşım söz konusudur: 1) İbn el-Heysem'in *Kitab el-Menâzır*'ına ve ona bağlı olarak Bacon'ının oluşturduğu senteze dayanan ve bu anlamda matematiksel yaklaşımı temsil eden, **perspectivist** ya da matematiksel kuram; 2) Aristo kuramının değişik yorumlarına bağlı olarak ortaya çıkan yaklaşımlar; 3)

¹⁴¹ Lindberg, 1970, s. 107.

Dönemin genel yapısına uygun olarak kendini gösteren **teolojik** yaklaşım.¹⁴²

Bütün bunlardan ortaya çıkan genel sonuç şudur: Batıda, optikte, ancak özellikle görme optiğinde, asıl büyük çıkış 16. yüzyılda, Kepler'in **retinal görüntü** kuramını oluşturmasıyla başlar.

¹⁴²Lindberg, 1970, s. 148.

II. TAQİYÜDDÎN'İN BİRİNCİ KİTABININ YORUMU : DOĞRUDAN GÖRME

II.1. GİRİŞ BÖLÜMÜ

Konuya bir tür tarihsel arka-plân hazırlamak amacıyla ve oldukça ana hatlarıyla, görmenin oluşumu, görme konisi, ışığın kaynağı ve hedefi gibi konuların ve bu konularda belirgin bir şekilde ortaya çıkan, farklı görüşlerin anlatıldığı Giriş (Muqaddime) bölümünde, Taqiyüddin iki egemen görüş olarak, Aristo'nun temsil ettiği Tabiatçılar ile Platon'un temsil ettiği Matematikçiler'in (Ta'limciler)¹⁴³ konuya yaklaşımları üzerinde durmaktadır.

Burada dikkati çeken ilk şey, Taqiyüddin'in, bu iki gruptan hangisine bağlı olursa olsun, bilim adamlarının görmenin, ışın ya da görme konisi adı verilen bir koni aracılığıyla oluştuğunu kabul ettiklerini, buna karşılık koninin kaynağı ve hedefi konusunda ise ayrılığa düştüklerini belirtmesidir. Taqiyüddin'in burada belirtmek istediği, daha önce ayrıntısıyla tartıştığımız ve konuya yönelik olarak ortaya çıktığını belirttiğimiz nesne ve gözişin kuramlarıdır.¹⁴⁴ Bunlardan

¹⁴³ Ta'limci sözcüğü, o dönemin anlayışı içerisinde matematiğe (riyaziye) dayanan bilimlerle uğraşan kişiyi belirtmektedir. Nitekim Fârâbî Ta'limî bilimler adı altında şu bilimleri sıralamaktadır: Sayı bilimi, Geometri bilimi, Optik bilimi, Yıldızlar bilimi, Musîkî bilimi, Ağırlıklar bilimi, Tedbirler (hiyel) bilimi. Ibn Rüşd'de bu iki bilim arasında şu ayrımı yapmaktadır: Umumiyetle tabiat ilimleri veya Tabiiyat, değişmekte olan varlıkları incelediği halde, ta'lim ilimleri, varlıklardan tecrid edilmiş bir halde miktarları inceler. Bkz. Farabî, *İlimlerin Sayımı*, çev. Ahmet Ateş, MEB, İstanbul, 1989, s.149. Dipnot 42, Yine bu kitabın 92-110 sayfaları arası bu bilimlerin anlatımına ayrılmıştır. Ayrıca, İlm-i tabiiyat ve İlm-i ta'limî terimlerinin daha ayrıntılı tanımları için, el-Tehanevî, *Kitabu Keşşaf el-Funun*, 1.cild, W.N. Lees Press, Kalküta, 1862, ss. 16-17'ye bakılabilir.

¹⁴⁴ Antikçağ'da gözişin ve nesneişin kuramlarını savunanlar ve kuramları hakkında bilgi edinmek için bkz., Lindberg, David C., *Theories of Vision, from al-Kindi to Kepler*, Chicago, 1976, ss.1-17.

gözüşin kuramı için ışığın kaynağı göz, hedefi ise nesnedir; nesneışin kuramı açısından ise tersi söz konusudur.

Yine kitabının giriş bölümünde Takîyüddîn, **ışın konisi** ya da **görme konisinden** söz etmekte ve bazı koni türleri olduğunu belirtmektedir. Bu belirlemelerine göre koni türleri şunlardır:

- 1) Göz ve nesne arasındaki ortamı dolduran koni gözden çıkan ve maddesel olan düz doğrulardan oluşur, ve görme de bu yayıntının nesneye değmesiyle ortaya çıkar.
- 2) Göz ve nesne arasında ortaya çıkan koni gözbebeğinden çıkan bir ışın kuvvetidir, ve algı da bu ışık kuvvetiyle oluşur.
- 3) Göz ve nesne arasında oluşan koni aradaki ortamda bulunan hava tarafından ansal olarak meydana getirilir.
- 4) Söz konusu ışın konisi gözden maddesel olarak çıkan yayıntılarının oluşturduğu tek bir doğru şeklindedir.

Bu koni türlerinin hangi bilim adamlarına ait olduğunu belirlemek güç olmakla birlikte, tamamen olanaksız da değildir. Antikçağ'da ileri sürülen görme kuramları ve daha sonra İslâm dünyası'nda konuya yönelik olarak ortaya konulan gelişmeler incelendiğinde, birinci tür koninin Euclid'in tanımladığı koniye benzediği görülmektedir. Çünkü, Euclid'in kuramına göre, ışık doğru boyunca yayılmakta ve görme de tepesi gözün içinde, tabanı da algılanan nesnede olan bir **ışın konisi** aracılığıyla oluşmaktadır.

İkinci tip koni ise, Galen'in savunduğu görme kuramına yakınlaşan bir ifadedir. Çünkü Galen'e göre gözden bir ışın kuvveti ya da özel bir ruh çıkmakta ve algıya neden olmaktadır.¹⁴⁵

Geriye kalan iki koni tipi de Euclidci ve Galenci koni anlayışlarının değişik versiyonlarıdır. Bunlardan üçüncüsü havanın aracılığını kabul eden ancak bu aracılığın anasal olduğunu söyleyerek Galenci koni anlayışının, dördüncüsü de, gözden çıkan yayıntının maddesel olduğunu kabul eden ancak Euclid'in aralıklı koni fikrini değiştiren ve bunun tek bir doğru şeklinde olduğunu belirterek Euclidci koni anlayışının değişik bir anlatımını oluşturmaktadır.

Bu özellikleriyle konuya daha çok girişel bir not niteliği taşıdığı anlaşılan bu bölümden sonra **Takîyüddîn Doğrudan Görme**, yani gözlemci ve baktığı nesnenin aynı düzlemde ve karşı karşıya buldukları ve aralarında herhangi bir engelin bulunmadığı durumda ortaya çıkan görme, konusunu ele almıştır. Bu kısım altı bölümden oluşmaktadır. Bu bölümlerden birincisi, **doğrudan görmenin özelliklerine**, ikincisi **ışığın ve yayılımının özelliklerine**, üçüncüsü **göz ve ışık arasında oluşan görelî özelliklere**, dördüncüsü **gözün anatomisine**, beşincisi **görmenin özelliklerine**, altıncısı da **göz hastalıkları ve görme kusurları konusuna ayrılmıştır**.

¹⁴⁵ Lindberg, 1976, s.10; Sayılı, 1984, s. 225

II.2. BİRİNCİ BÖLÜM

DOĞRUDAN GÖRMENİN ÖZELLİKLERİ

Aracısız görme diye tanımlayabileceğimiz, **doğrudan görme** (direct vision) konusunu incelediği bu bölümde Taķıyüddin, bu tür bir görmenin oluşumunun koşullarını belirlemiş ve aynı zamanda da, olgunun **göz, ışık, renk, konum, büyüklük v.s.** gibi nesneye, göze ve bulunulan ortama ait temel unsurlarını da tartışmıştır. Konunun bir gereği olarak da problemleri, birer perspektif problemi biçiminde ele almıştır. Bu da ona ister istemez, optik problemleri birer geometri problemi gibi tasarlayıp inceleme olanağını ve kolaylığını sağlamıştır. Zaten **doğrudan görme**'de, görmeyi belirleyen etmenler, tamamen perspektife ait etmenlerdir. Çünkü nesnenin görünebilirliğini etkileyen etmenler nesnenin kendisine (ışıklı olması, parlak renkli olması gibi), ve uzamsal durumuna (büyüklüğü, bulunduğu ortamın durumu, karanlık veya aydınlık olması gibi), buna karşılık görünüşündeki değişimler ise tamamen gözlemcinin bakış açısına¹⁴⁶ bağlıdır. Latince (Perspicere) **...den bakmak**¹⁴⁷ anlamına gelen **Perspektif** sözcüğü de, gözlemcinin

¹⁴⁶ Arapça'da **Menazır** sözcüğü de bakma yeri anlamındadır.

¹⁴⁷ Krylov, N., Lobandevsky, P., Men, S., *Descriptive Geometry*, Moscow, 1974, s. 244.

bakış açısına göre nesnenin görünümünde bir değişim olacağını belirtmektedir. İşte gözlemcinin bakış açısına bağlı olarak, nesnenin görünümünde ortaya çıkan değişimi göstermenin en kolay ve rahat yolu da geometrik çizimlemedir. Euclid'den beri bilinmekte olan bu yolu Taķîyüddîn de seçmiştir. Onun burada yaptığı açıklamalar içerisinde özellikle üzerinde durulması gerekenler ikinci ve onikinci maddelerde, ışığın doğrusal olarak yayıldığını ve gözün de ancak tam karşısını veya tam karşısındaki bir nesneyi algıladığını ve göz ile nesne arasında yayılan ışınların koni oluşturduğunu göstermek için düzenlediği deneyleri ve bunlara dayanarak yaptığı açıklamalarıdır. Bunun dışında bu birinci bölümde, Taķîyüddîn diğer perspektif problemlerinin kural nitelikli açıklamalarını vermekle yetinmiştir.

Bu açıklamalardan çıkarılabilecek sonuçlar şunlardır:

1) Görmenin olabilmesi için, görmeye söz konusu olan nesne ve göz arasında belirli bir uzaklık bulunmalıdır. Taķîyüddîn bu uzaklığa **ortalama uzaklık** (bu'd el-mutedil) adını vermiştir. Bu kavram ve belirleme İbn el-Heysem'e aittir.¹⁴⁸ Ancak Taķîyüddîn nesnenin görülebilmesi ya da başka bir deyişle bakılan nesnenin ne olduğunun net olarak anlaşılabilmesi için alt sınırın veya nesnenin göze olan

¹⁴⁸ İbn el-Heysem, *Kitab el-Menâzır*, İngilizceye çev. A.I. Sabra, *The Optics of ibn al-Haytham*, London, 1989, 1. kitap, 2. bölüm, madde 25, s. 12. Burada kullanılan el-Bu'd el-Mutedil terimi, gözün normal olarak bir nesneyi algılayabildiği uzaklıktır. Bunun aksine ise yani gözün bir nesneyi algılayamayacağı kadar fazla olan uzaklığa ise el-Bu'd el-Müsrif adı verilir. Ancak Kemalüddîn el-Fârîsî bu kavramlara bir de farklı ya da değişken uzaklık anlamına gelen el-Bu'd el-Mütefavıt kavramını eklemiştir. Anlaşılan odur ki, Taķîyüddîn bu son kavramı Kemalüddîn el-Fârîsî'den almıştır. Bkz. Kemalüddîn el-Fârîsî, *Tenķih el-Menâzır*, cilt, 1, bölüm 2, s. 19.

yakınlığının en az bir karış kadar olması gerektiğini belirtmektedir; ancak İbn el-Heysem bu tür bir belirlemede bulunmamıştır.

2) Algı, eğer nesne ve göz aynı düzlemde ve karşı karşıya bulunuyorlarsa, nesneye ve gözün duyarlılığına ilişkin olur. Taķıyüddîn burada, bu belirlemesinden hemen sonra, boyu 60 cm (1 arşın), çapı da göz çukurunun büyüklüğü kadar olan silindirik bir boru alıp, bir duvar üzerine de eşmerkezli daireler çizdikten sonra, bu boruyla hangi uzaklıkta, borunun dairesel iç boşluğunun duvardaki bir daireyle çakıştığını belirlemektedir. Bir kaç noktada farklılık taşımakla birlikte, İbn el-Heysem'den¹⁴⁹ alınmış olan bu deneyin kanıtlamaya çalıştığı sav şudur: Eğer nesne ve gözlemci aynı düzlemde ve karşı karşıya bulunuyorsa, göz o nesneyi algılar. Bu durumda göz sağlıklıysa bir problemin çıkması söz konusu olmaz. Nitekim, Taķıyüddîn de bu koşullar altında, algının tamamen gözün duyarlılığına ilişkin olduğunu belirtmektedir.

Diğer taraftan gözlemci ve nesnenin karşı karşıya olmaları koşulunun getirilmesinin nedeni de, gözün yalnızca karşısındaki nesneyi algılayabildiği, dışındakini ise algılayamadığının kanıtlanabilmesidir. Nitekim, eğer silindirik borunun dairesel iç boşluğu duvardaki dairelerden en küçüğüyle örtülecek şekilde çakıştırılırsa, bu dairenin dışında kalan daireleri görmek olanaklı olmaz, görme alanı yalnızca bu daireyle sınırlı kalmış olur. Eğer silindirin ağzına iki çap şeklinde iki şerit tutuşturulup, aynı şey dairelerin üzerine de yapılırsa; sonra da

¹⁴⁹ İbn el-Heysem, 1. kitap, bölüm 2, 6.-9. maddeler, ss. 7-8.

silindirin ağzındaki çaplarla dairelerin üzerindeki çaplar çakışacak konuma getirilse, bu durumda çapların tamamen örtüştüğü görülür. Demek ki, doğrudan görme söz konusu olduğunda, göz ancak ve yalnızca tam karşında bulunanı algılar, dışındakini algılayamaz. Bu da ışınların doğrusal yayıldığını gösteren bir kanıttır.

Gerçekte çok eski dönemlere kadar uzanan ışınların doğrusal yayıldığı fikri, Euclid'in kuramsal açıklamalarının yanında, İslâm dünyası'nda gerçek bir değişime uğramış ve önemli bir düzeye ulaştırılmıştır. Özellikle gölgelerden yararlanmak yoluyla ışınların doğrusal olarak yayıldığını el-Kındî göstermiştir.¹⁵⁰ Bu yaklaşım İbn el-Heysem tarafından da benimsenmiştir. Nitekim Takîyüddîn'in düzenlediği deney de İbn el-Heysem'den alınmış bir deneydir. Bu bakımdan Takîyüddîn'in açıklamalarını İbn el-Heysem'den aldığı anlaşılmaktadır. Bu yönüyle orjinal değildir. Ancak konunun daha açık bir hale getirilmesi ve İslâm dünyası'nda konuya yönelik olarak başlatılan seviyeli çalışmaların bir anlamda olsa da sürdürülmesini sağlamış olması bakımından, önem taşıdığı da bir gerçektir. Nitekim, 1604'te Kepler'in *Ad Vitellionem Paralipomena* adlı optik yapıtı yayınlanıncaya değgin, Batıda da İbn el-Heysem'in *Kitab el-Menâzır*'ındaki bilgiler temeldi ve bu tarihe kadarki bütün çalışmalar bu bilgilerle sınırlı kalmıştı. Hatta Kepler'in ışığın doğrusal yayılımını göstermek için düzenlediği deney de Takîyüddîn'in yukarıda açıklaması yapılan deneyine benzer bir deneydir. Şöyleki, Kepler'de öncelikle bir

¹⁵⁰ Lindberg, 1976, ss. 18-32.

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.¹⁵¹ Demek ki ışınlar doğrusal yayılmaktadır.

Bütün bunlar göstermektedir ki, bu yüzyılda, Taķıyüddîn'in optikte sahip olduğu bilgi aynı yüzyılın sonlarında batıda sahip olunan bilgi düzeyiyle aynı.

3) Göz yalnızca ışıklı nesnelere algılar. Taķıyüddîn'in yalnızca belirtmekle yetindiği bu kural da yine İbn el-Heyssem tarafından geliştirilmiş bir kuraldır. İbn el-Heyssem de *Kitab el-Menâzır*'ın birinci kitabının, ikinci bölümünde göz yalnızca kendinden ışıklı ya da ışıklandırılmış nesnelere algılar¹⁵² demektedir. Açıklamalarından Taķıyüddîn'in de bu düşünceyi benimsediği anlaşılmaktadır.

4) Miktarı olan her şey gözle algılanır; ancak algı kişiden kişiye değişir. Taķıyüddîn'in çok özlü bir biçimde ifade ettiği bu kural da İbn el-Heyssem ve Kemâlüddîn el-Fârîsî tarafından, Taķıyüddîn'in aksine çok ayrıntılı olarak incelenmiştir. Hatta Taķıyüddîn tarafından, gözle algılanamayacak büyüklüğe örnek olarak verilen **Sivrisinek gözü** örneği de aynen İbn el-Heyssem'den alınmıştır.¹⁵³

¹⁵¹ Wolf, A., *History of Science, Technology and Philosophy in the 16th and 17th Centuries*, cilt 1, Gloucester, Mass., 1968, s. 246.

¹⁵² İbn el-Heyssem, 1989, madde 10, s. 8.

¹⁵³ İbn el-Heyssem, 1989, madde 11, s. 9.

5) Opak nesnelere görünürler, salt saydam olanlar ise görünmezler.

6) Rengi parlak ve ışığı kuvvetli olan nesnelere daha kolay algılanırlar.

7) Aynı koşullar altında bulunan aynı renkli iki nesneden daha büyük olanı daha kolay algılanır.

8) Göze ortalama uzaklıkta bulunan bir nesne yavaş yavaş gözden uzaklaştırıldığında, önce küçülmeye başlar, sonra uzaklaşmaya bağlı olarak küçülme de artar ve sonunda nesne artık seçilemez hale gelir ve gözden tamamen kaybolur.

9) Yine göze ortalama uzaklıktaki bir nesne, göze doğru yaklaştırıldığında, o nesnenin gözdeki algısı da büyümeye başlar; yaklaşma devam ettiği sürece algı da bulanıklaşma ortaya çıkar ve sonunda tamamen seçilemez hale gelir.

Yukarıda sıraladığımız 5., 6., ve 7. maddeler tamamen bugün **algıda ya da dikkatte seçicilik**¹⁵⁴ adını verdiğimiz problemin kapsamına girmektedirler; ve bu anlamda üçünü birlikte değerlendirmek daha doğrudur. Parlak, Işıklı ve bedensel olarak büyük olan nesnelere diğer nesnelere oranla daha çabuk ve kolay dikkat çekerler. Aynı şekilde opak olan nesne kolaylıkla algılanırken tam saydam olan nesne algılanamaz. Örneğin kalem, masa v.s. gibi opak nesnelere kolaylıkla algılanırken, çevremizi tamamen sardığını bildiğimiz havayı gözle

¹⁵⁴ Baymur, Feriha, *Genel Psikoloji*, Dikkat ve Algı, İstanbul, 1978, ss. 121-144.

algılayamayız. Tamamen insanın gündelik yaşamındaki deneyimlerinden elde edebileceği bilgileri içeren bu maddeler de Taķıyüddîn'den önce İbn el-Heysem tarafından ele alınmıştır.¹⁵⁵

8. ve 9. maddeler ise yine bugün **çizgisel perspektif**¹⁵⁶ adı verilen problemi oluşturmaktadırlar; ve bu problemler Euclid tarafından ele alınıp incelenmiştir.¹⁵⁷ Taķıyüddîn'in 8. maddede sunduğu açıklama, bir nesnenin uzaklaşmaya baēlı olarak, 9. maddedeki açıklaması ise yakınlaşmaya baēlı olarak ortadan kalkacağını belirtmektedir. Ancak Taķıyüddîn bu maddelerde konuyu detaylandırarak çizim ve açıklamalar vermemiştir. Oysa ki çizimle bu iki durumu netleştirmek çok kolaydır. Nitekim Euclid bunu *Optik*'inin 3. teoreminde göstermiştir.

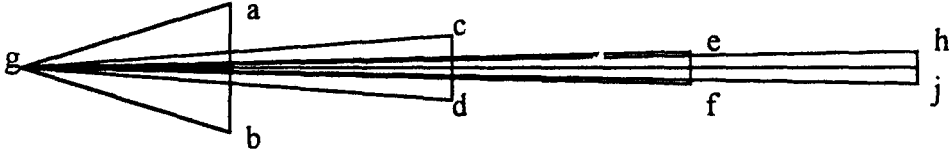
Bir nesnenin uzaklaşmaya baēlı olarak ortadan kalkmasının nedeni, tamamen görünüm açısıyla ilgilidir. Uzaklaşan nesnenin görünüm açısı, uzaklaşmaya baēlı olarak gittikçe küçülür (şekil 6). En sonunda da, açı tamamen ortadan kalkar ve nesne görünmez hale gelir. Bu son nokta, yani nesnenin görünmeyeceēi uzaklık, o nesnenin büyüklüēüyle orantılıdır. Nitekim Euclid'de bunu yukarıda belirtilen teoreminde her nesnenin artık görünemeyeceēi bir uzaklık vardır; şeklinde belirtmektedir.¹⁵⁸

¹⁵⁵ İbn el-Heysem, 1989, madde 12, s. 19.

¹⁵⁶ Baymur, s. 133.

¹⁵⁷ Cohen & Drabkin, ss. 258-261.

¹⁵⁸ Cohen & Drabkin, s. 258.



$$ab > cd > ef > hj$$

Şekil 6 :Uzaklaşmayla birlikte gittikçe küçülen görme konisi

9. madde ise bunun tersi bir açıklamayı gerektirmektedir. Yani nesne göze yaklaştıkça bedensel büyüklüğü de, görünüm açısının büyümesine orantılı olarak, artacaktır. Gerçekte yaklaşma arttıkça nesnenin görünüşünün netliği de artacaktır. Çünkü görünüm açısının büyümesiyle nesnenin tamamı da, bedensel olarak büyüyecek ve ne olduğu açıkça ortaya çıkacaktır.¹⁵⁹ Ancak bu büyüme gözün görünüm açısını aştığında, yani nesneyle göz birleştiğinde artık seçilemez ve algısı ortadan kalkar.¹⁶⁰ Böylece, şârsel sürecin görme fizyolojisini ilgilendiren konusu, geometri aracılığıyla bir çözüme ulaştırılabilmektedir. Ancak, Takîyüddîn bu iki maddede de ayrıntıya girmemiştir.

10) Bu madde tamamen görme fizyolojisini ilgilendirmektedir. Belirtmek istediği de **algı farklılığını yaratan etmenlerden birinin göz kusurları** olduğudur. Takîyüddîn bu konu için ayrı bir bölüm ayırdığından bu maddenin tartışılması orada gerçekleştirilmiştir. (Bkz altıncı bölüm.)

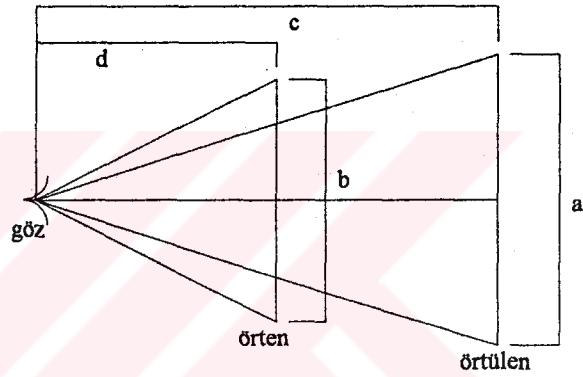
11) Bu maddede ise Takîyüddîn, diğer bir algı faktörü olan hareket faktörüne değinmektedir. Buna göre gözün algılayabileceği bir hız sınırı

¹⁵⁹ Cohen & Drabkin, s. 258-259.

¹⁶⁰ İbn el-Heysem, 1989, madde 1, s. 6.

vardır, eğer nesne bu sınırı aşan bir hızla hareket ederse, göz onu algılayamaz. Ancak böylesine hızla hareket eden bir nesnenin varlığı diğer duyular yardımıyla bilinebilir. Takîyüddîn'in bunu göstermek için verdiği örnek mermidir. Mermi çok hızla hareket ettiği için kendisini gözle algılamak olanaklı değildir; ancak sesinden onun varlığını kestirmek olanaklıdır. Böylece Takîyüddîn'in ses ve hareketi algıya etki eden iki ayrı etmen olarak düşündüğü ortaya çıkmaktadır. Bu da bugün için de geçerli olan bir görüştür.¹⁶¹

12) Göz ve nesne arasındaki alanda yayılan ışınların koni oluşturacağını belirten bu madde, görsel sürecin geometrik model içerisinde tasarlanabileceğini belirtmektedir. Yani ışınlar nesneden doğrusal çizgilerde çıkmakta ve bunların toplamı



Şekil 7 : Takîyüddîn'e göre ışınların nasıl koni oluşturduklarının geometrik kanıtı.

da bir koni oluşturmaktadır. Bu koniye **görme konisi** denir ve bu kısım için hazırlanan Tarihsel Arka-plân bölümünde de etraflıca belirtildiği gibi, Takîyüddîn öncesi dönemde hem Antikçağ, hem de İslâm dünyası'nda çok ayrıntılı olarak incelenmiştir. Ancak Takîyüddîn'in buradaki yaklaşımı konuyu geometrik bir çerçevede ve deneysel olarak

¹⁶¹ Baymur, ss. 122-123; Clifford T. Morgan, *Psikolojiye Giriş*, Türkçe baskının ed. Sirel Karakaş, Alçı, çev. Sirel Karakaş, Ankara, 1977, s. 275.

ele alması bakımından ilginçtir. Çünkü burada görmeyi oluşturan ışınların nasıl koni oluşturduğu geometrik kanıtlamayla ancak deneysel olarak gösterilmektedir.

Bunun için Taķıyüddin bir duvar üzerine gittikçe büyüyen eşmerkezli daireler çizmiş ve bu dairelerden en küçüğü kadar olan dairesel bir levha almıştır. Sonra göz, levha ve dairelerin merkezinin aynı doğrultu üzerinde bulunduğu bir konum oluşturmuştur. Bu konum üzerine levha göze doğru yaklaştırıldığında, mevcut durumdakinden daha büyük bir daireyi örtecektir. Yaklaştırılma arttıkça örtülen daire de daha büyük bir daire olacaktır. Burada geometrik olarak şu ilişki ortaya çıkmaktadır: Örtülen dairenin (a) levhaya oranı (b), göz ile örtülen daire arasındaki mesafenin (c), göz ile levha arasındaki mesafeye (d) oranına eşittir (şekil 7). Yani $a/b = c/d$ 'dir.

Bu orantının böyle olabilmesi için ancak ışınların kaynağından ayrıldıktan sonra gittikçe birbirlerinden uzaklaşmaları gerekir. Bu ise koni özelliğidir. Böylece Taķıyüddin Euclid'den beri bilinen bu konuyu deneysel olarak ele almış ve formüle edebilmiştir.

II.3. İKİNCİ BÖLÜM

İŞIK ve YAYILIMININ ÖZELLİKLERİ

Bu bölümde, ışık ve yayılımının özellikleri tartışılmıştır. Burada onsekiz özellik söz konusu edilmiştir.

1) Bu madde ışık üzerine felsefi açıklamaları içermektedir. Buna göre, ışık ne olduğu konusunda fikir birliğine ulaşılmış bir töz (cevher) değil, bir ilinedir. 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 çizimlemek (geometrikleştirmek) olanaklı değildir.

Ana çizgileriyle, İbn el-Heysem'den¹⁶² alındığı anlaşılan Taqiyüddin'in bu açıklamalarından dikkatimizi çekmesi gereken en önemli belirlemesi ışığın töz değil bir ilinek olduğunu belirten savıdır.

¹⁶² İbn el-Heysem, *Işık Üzerine*, İngilizceye çev. M. F. Quraishi, *İbn al-Haitham*, Karachi, Pakistan, 1970, ss. 272-279.

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.¹⁶³ 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 zerrelerinden 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 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 değildir.

Böylece Takîyüddîn'in bu açıklamalarının, özgün olmamakla birlikte, çağdaş bilgiyle paralellik taşıdığı ortaya çıkmaktadır.

¹⁶³ 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. Birinci bölümde 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.*¹⁶⁴ 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.¹⁶⁵ 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

¹⁶⁴ 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.

¹⁶⁵ Wolf, s. 245.

ayrılmaktadır. Çünkü Takîyüddîn ışığın geometrik bir nokta ya da çizgi olmadığını, onun gerçekte maddesel bir şey olduğunu kabul etmekte, fakat kanıtlama yapabilmek için varsayımsal olarak nokta ya da çizgi gibi düşünülebileceğini savunmaktadır. Ancak ışık konusunun geometrik olarak irdelenebileceği konusunda her iki bilim adamı da benzer şekilde düşünmektedirler.

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

Işık nedir? sorusunun incelenmesi doğa bilimlerine aittir; ancak ışık nasıl yayılır? Sorusunun incelenmesi ise, ışığın doğrular boyunca yayılıyor olması nedeniyle, 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.¹⁶⁶

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

¹⁶⁶ İbn el-Heyssem, Işık Üzerine, s. 272.

Takîyüddîn'in yayılımı söz konusu olduğunda, ışığı geometrik bir nesne olarak varsayabiliriz düşüncesinin çakıştığı ortaya çıkmaktadır.

2) Bu maddenin savunduğu temel argüman kendinden ışıklı her nesnenin ışığının karşısındaki her bir nesneye doğru **bir anda** yayıldığıdır. Takîyüddîn'in burada ışığın, kaynağından **ansal** olarak yayıldığını belirtmesi oldukça ilginçtir. Çünkü bu ifadeyle ilk anda Takîyüddîn'in **ışığın hızının sonsuz** olduğunu savunduğu açığa çıkmaktadır. Oysa **an** sözcüğü çok kısa bir zaman kesitini belirtmektedir ve Arapça'da sonsuz sözcüğü **bi nihaye**'dir. Bundan dolayı, Takîyüddîn'in bu ifadesini onun ışığın sonlu ancak olağanüstü bir hıza sahip olduğunu belirtmek istediği şeklinde yorumlamak yerinde olur.

Bilindiği gibi, **ışık hızını** ölçme denemeleri Galileo'yla başlar. Ancak ilk matematiksel ifadeye ulaşan ölçüm ise Romer'e aittir.¹⁶⁷ Nitekim Galileo'da yaptığı deneyde matematiksel bir değer verememiş, yalnızca **eğer sonsuz değilse olağanüstü hızlı olmalıdır** demekle yetinmişti. Bu anlamda Takîyüddîn'in ifadesi Galileo'nun açıklamasına yakınlaşan bir ifade özelliği taşımaktadır. Bu bakımdan önemlidir. Çünkü Kepler ışığın hızının kesinlikle sonsuz olduğuna inanıyordu. O *Ad Vitellionem paralipomena*'da **ışığın sonsuz bir uzay içerisinde yayıldığını, yayılması için zamana gereksinim duymadığını maddesiz olduğunu ve sınırsız bir hızla hareket ettiğini**¹⁶⁸ söylemektedir ki, bu yönüyle Kepler modern ifadeden uzaklaşmış olmaktadır. Işığı maddesiz bir şey olarak tasarlamasının bu yanılığında

¹⁶⁷ Nelkon, M. & Parker, P. *Advanced Level Physics*, London, 1971, ss. 551-552.

¹⁶⁸ Shapiro, s. 141; Wolf, s. 245.

şüphesiz ki payı büyüktür. Çünkü mahiyeti bakımından maddesel olan bir şeyin sonsuz hızla hareket etmesini düşünmek oldukça zordur.

3) Bu madde ışıkların hava gibi ideal saydam ortamda doğrusal olarak yayıldığını belirtmektedir. Bunu göstermek için Taķiyüddîn, 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.

Tamamen İbn el-Heysem'in¹⁶⁹ yedi ayrı madde halinde yaptığı açıklamaların özeti niteliğindeki bu madde de, Taķiyüddîn, ayrıca gögelerden yararlanmak suretiyle de aynı işlemi tekrarlamıştır. Ancak bu yöntem de kendisinden önce el-Kindî¹⁷⁰ ve yine İbn el-Heysem tarafından başarıyla kullanılmış bir yöntemdir.

4 ve 5) Taķiyüddîn bu iki maddede bugün **Fotometri (ışılölçüm)**¹⁷¹ adını verdiğimiz **ışık yeğnliğinin (şiddet) ölçümünün** yapıldığı optik dalını ilgilendiren problemlerden söz etmekte ve ayrıntılı deneylerle görüşlerini desteklemektedir. Dördüncü maddenin belirttiği şudur: Işık, ışıklı bir nesnenin her bir parçasından yayılır. Nesnenin bütününden çıkan yayılım, o nesnenin bir kısmından çıkan yayılımdan daha kuvvetlidir. Taķiyüddîn bunu göstermek için ayın hilal ve dolun

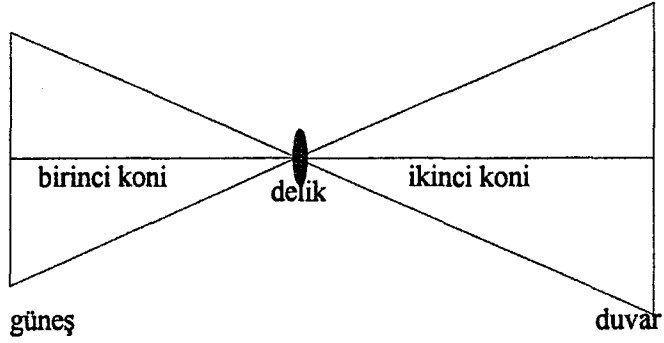
¹⁶⁹ İbn el-Heysem, 1989, bölüm 3, 2-6. maddeler, ss. 13-14.

¹⁷⁰ Lindberg, 1976, ss. 20-21.

¹⁷¹ *Fizik Terimleri Sözlüğü*, TDK, Ankara, 1983, s. 103.

durumlarında yaydığı ışık miktarını örnek vermektedir. Dördüncü madde de ortaya koyduğu görüşlerinin doğruluğunu gösterebilmek için de beşinci maddede ayrıntılı bir deney düzenlemiştir.

Şöyleki, bunun için, bir duvarında Güneş ışığının içeriye girmesi için küçük bir delik bulunan karanlık bir oda düzenliyor. Bu odanın delik bulunan duvarının



Şekil 8 : Simetrik koniler.

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 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 8).

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 kısımdan gelen ışığın yeğinliğinden daha çoktur. Nitekim Taḳîyüddîn 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 Taḳîyüddîn bütünü 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 Taḳîyüddîn'in herhangi bir niceliksel değer vermemiş olmakla birlikte, niteliksel olarak konuya doğru bir biçimde yaklaştığını ancak açıklamasının da yetersiz 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 yeğinliğinin, ışık kaynağının yeğinliğiyle doğru ve uzaklığının karesiyle ters orantılı olduğunu* belirtmektedir.¹⁷² Oysaki Taḳîyüddîn'in açıklamalarında hep gözönüne

¹⁷² Nelkon & Parker, ss. 561-567.

ışık kaynağının yeğinliği alınmış ancak, mesafe ışın içine sokulmamıştır. Bu yönüyle bir eksiklik içermektedir. Halbu ki, Kepler'de nisbeten durumun daha açık bir hal aldığını görmekteyiz. Çünkü her ne kadar konuya O, sezgisel olarak¹⁷³ yaklaşmışsa da, yukarıda tanımını verdiğimiz kuralı bir nokta kaynaktan çıkan ışığın yeğinliğinin, ışıklandırılan nesnenin kaynaktan uzaklığının artmasıyla ters orantılı olduğu şeklinde açıklamayı başarmıştır. Böylece Kepler'in açıklamalarının, Taķiyüddîn'e oranla çağdaş bilgiye daha yakın olduğunu söylemek yerinde olur.

6) Bu madde de gerçekte **fotometri** konusunun devamı niteliğindedir ve burada da Taķiyüddîn ışıklı bir nesnenin bütünündeki yayılımın parçadaki yayılımından daha kuvvetli olacağını bir kez daha vurgulamaktadır. Bu yönüyle dördüncü ve beşinci maddelerden farklılık taşımamaktadır. Ancak bu maddeyi önemli kılan bir başka yön bulunmaktadır. O da Taķiyüddîn'in ışığın ışıklı nesnelere **doğrusal çizgilerde** ancak **küresel** olarak yayıldığını belirten savıdır.

Aşağıdaki alıntıda, Taķiyüddîn açıkça şunları belirtmektedir:

İşık, 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 ışınların çıktığı varsayılır.¹⁷⁴

¹⁷³ Wolf, s. 245.

¹⁷⁴ Taķiyüddîn, çeviri metin, ikinci bölüm, s.327; orjinal metin, s. 578.

Bu ifadelerden açıkça ışığın, ışıklı nesnenin her noktasından ve küresel olarak yayıldığına benimsendiği anlaşılmaktadır ki, bu oldukça önemli ve çığır açıcı bir sav olarak karşımıza çıkmaktadır. Çünkü küresel yayılım düşüncesi Huygens'e (1629-1695) atfedilen bir düşüncedir. Gerçekten de, Huygens öncesi dönemde ışığın küresel yayıldığını savunan ve bu düşünceyi açık seçik olarak, gerekçesiyle birlikte, başka bir deyişle nedensel olarak ortaya koyan bilim adamı yoktur. Ancak konuya yönelik, daha sonraki dönemler için önemli ipuçlarını içeren bazı çalışmalar da yok değildir.

Nitekim İbn el-Heysem'de, çok açık olmasa da ışığın doğrusal çizgilerde ancak, küre biçiminde¹⁷⁵ yayılabileceğine yönelik bir açıklamaya rastlamaktayız. Yine aynı şekilde, İbn el-Heysem'in *Kitab el-Menâzır*'ının özeti niteliğinde bir yapıt olan *Perspectiva Communis*¹⁷⁶ adlı çalışmasında da John Pecham ışık kaynağından yayılan ışınların ortamı yarı-küresel olarak aydınlattığını belirtmektedir.

Ancak, bu çalışmalarda küresel yayılıma yönelik açıklamalar bulunmakla, birlikte, hiçbirinde nedensel bir belirleme bulunmamaktadır. Oysa ki, yukarıda yaptığımız alıntının devamında Takîyüddîn şunları belirtmektedir:

.....Bunlardan her biri (yani çıkan ışın çizgileri) doğrusal olarak uzatılırsa, bazıları paralel olacak, bazıları kesişecek ve bazıları da birbirinden uzaklaşacaktır.¹⁷⁷

¹⁷⁵ İbn el-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.

¹⁷⁶ Pecham, *Perspectiva Communis*, s. 83.

¹⁷⁷ Takîyüddîn, çeviri metin, ikinci bölüm, s. 327.

Birinci ve bu ikinci alıntıları birleştirdiğimizde, açıkca ışık kaynağının her noktasından her yöne doğru ışıkların yayıldığı ve yayılım sırasında, ister istemez bazı ışın çizgilerinin paralel doğrularda, bazılarının birbirine yaklaşan doğrularda ve bazılarında 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, 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 sınırında**¹⁷⁸ o konumdaki parçacıkların herbiri derhal küresel dalgacıklar yayarlar. Başka bir deyişle bir dalga sınırı üzerindeki her nokta elementer bir başka dalganın merkezini oluşturur.¹⁷⁹ Huygens ilkesi olarak optik tarihine geçen bu belirlemeler şekil yardımıyla daha anlaşılır duruma sokulabilir (şekil 9). 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

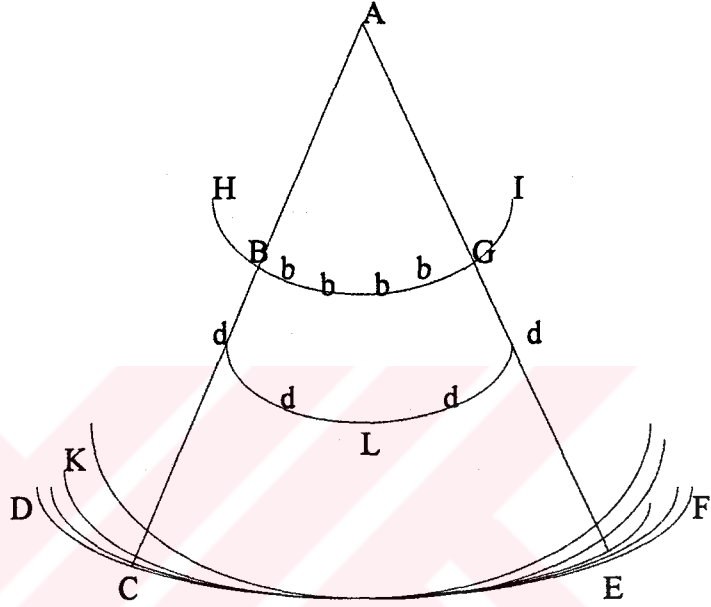
¹⁷⁸ Dalga sınırı kavramının tanımı için bkz. *Fizik Terimleri Sözlüğü*, TDK, Ankara, 1983, s. 43.

¹⁷⁹ Huygens, *Treatise on Light*, ss. 561-562.

doğrultuda DCF dalgasına, yalnızca C bölgesinde değinecektir. Benzer şekilde DCF küresinin, bb, dd, v.s. 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, Taqiyüddin'in görüşüyle büyük bir benzerlik içerdiğini görmek mümkündür. Çünkü, eğer ışık



Şekil 9 : Huygens'e göre küresel yayılım.

kaynağı Huygens tarafından bir nokta kaynak değil, bir nesne olarak düşünülseydi, o zaman tıpkı Taqiyüddin'de olduğu gibi, bu nesnenin her bir noktasından küresel ışınlar çıkacaktı. Aslında ışık kaynağını bir nokta olarak düşünmek Taqiyüddin için de son derece kolay ve onun çok yatkın olduğu bir yöntemdir. Nitekim onun ışığın mahiyetiyle 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. Öyleki, onun bu konuya yönelik olarak çizdiği şekli gözönüne aldığımızda, ABC Güneşin kütesini simgelemekte ve bu kütledeki her bir noktadan küresel ışınlar çıkmaktadır. Yani eğer kütlede kendisini değilde üzerindeki bir noktayı gözönüne 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, Taqiyüddin'e oranla Huygens'deki bilgi birikiminin daha fazla olduğunu ve açıklamalarının da o oranda ayrıntı kazandığını da belirtmek gerekmektedir. Örneğin Taqiyüddin'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 Taqiyüddin'de yer almamaktadır. Bunun nedeni de Taqiyüddin'in konuya yönelik yeterince ayrıntı vermemesidir. Ancak, yine de küresel yayılım düşüncesinin Taqiyüddin tarafından çok açık olarak savunulması ve eğer ışınlar küresel yayılmasaydı yalnızca belirli yönde yayılırdı gerekçesi 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:

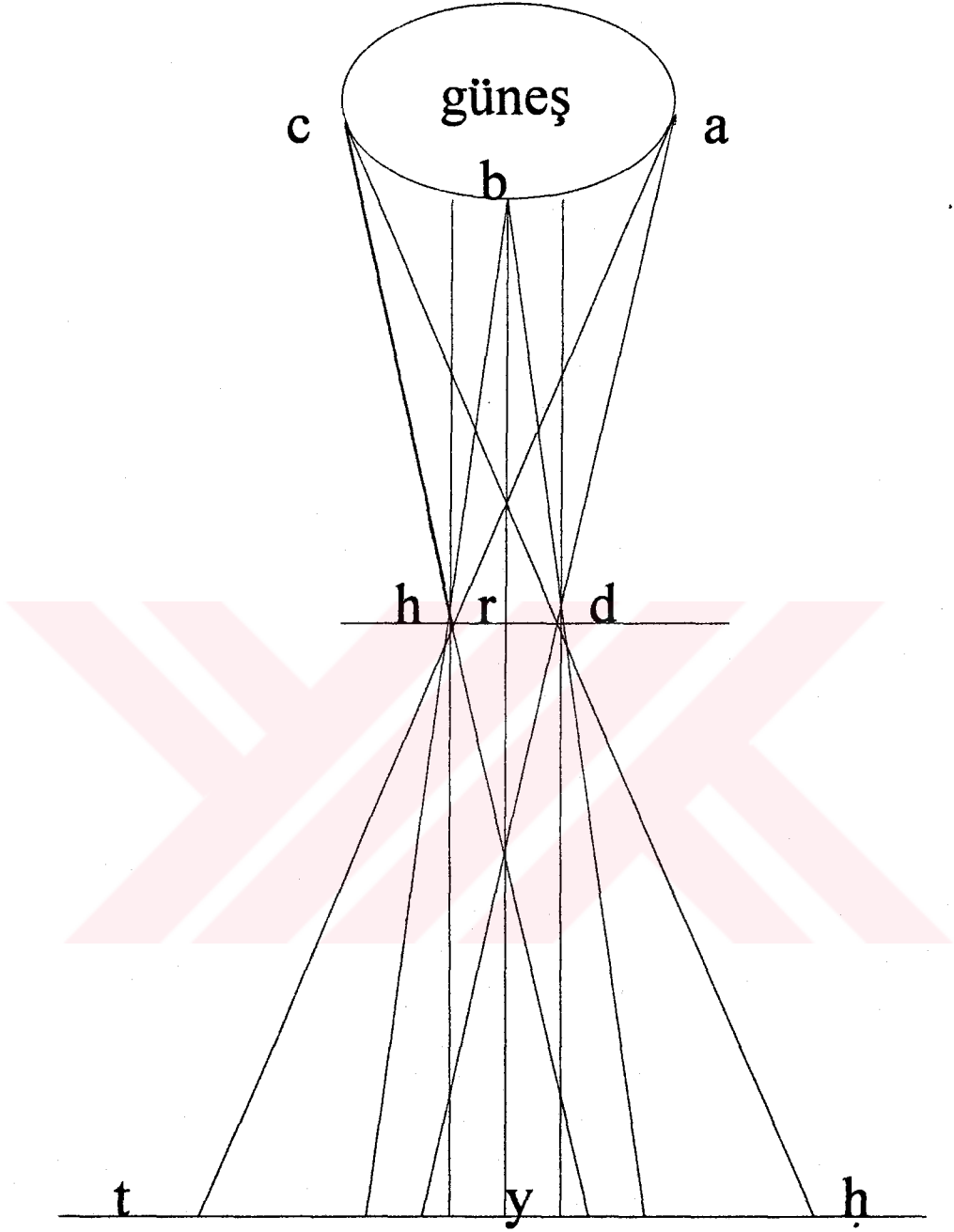
Herşeyden önce bir dalganın her parçası, uçları her zaman ışıklı noktadan çizilen doğru çizgiler arasında kalacak şekilde yayılır. Bu şekle göre, merkezi A noktası olan BG parçası, ABC ve AGE çizgileri tarafından sınırlanmış CE yayından

yayılabacaktır. 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 çizgilermiş gibi varsayabiliriz.¹⁸⁰

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

Bu anlatım, Taķıyüddîn'in aşağıda ayrıntısı verilen açıklamalarıyla tamamen bağdaşmaktadır. Taķıyüddîn'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 de C ve A noktalarından çıkan çizgiler) ve bir kısmı da birbirlerinden uzaklaşan

¹⁸⁰ Huygens, ss. 562-563.



Şekil 10 : Taqiyüddin'e göre küresel yayılım

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 kısmındaki ışınlardan DH deliğine gelenler ADCH konisinin iç kısmında birbirini kesen ışınların toplamından ibarettir. Birbirinden uzaklaşan ışınlardan DH'ye gelenlerin miktarı ise ancak delikten girebilenler kadardır. Yani DH çapı bu ışınların kirişini oluşturur. Bu durumda dik ışın ister istemez deliğe paralel gelen ışınlar arasında olur. BH ve BD'nin dışında kalanlar ise zayıf ışınlardır. CH ve AT nin dışındakiler ise bunlardan da zayıftır. Eğer delik daha geniş hale getirilirse özellikle paralel gelenler çoğalacaktır.¹⁸¹

Bu anlatılanlardan ışığın ışıklı nesnenin her noktasından küresel olarak çıkmasına karşın aydınlatmayı belirleyen ışının dik ışın ve dike yakın ışınların olduğu açıkça belirtilmektedir. Şu halde küresel yayılım bu doğrular boyunca olmaktadır. Yani ışık kaynağından küresel olarak çıkmakta ve paralel ışınların 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

¹⁸¹ Takîyüddîn, çeviri metin, ikinci bölüm, ss. 328.

için bu deneyi olduğu gibi sunuyoruz: Üzerinde delik bulunan bir levhayı, silindir şeklinde 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 büyüklüğünde 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.¹⁸²

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 göstermektedir. Bilinmelidir ki, bilim adamları **Gölge ve Karanlık**¹⁸³ adıyla, konuya özgün makaleler yazmışlardır. Ancak onlar DH'yi (yani

¹⁸² Takîyüddîn, çeviri metin, ikinci bölüm, s. 329.

¹⁸³ İslâm dünyası'nda, bazı bilim adamları, ışık ışınlarının doğrusal olarak yayıldığını gösterebilmek için gölgelerden yararlanma yoluna gitmişlerdir. Bu ilgiyi gösteren bilim adamlarından ikisi el-Kındî ve ibn el-Heyssem'dir. Özellikle ibn el-Heyssem **Gölge ve Karanlık, Gölgelelerin Nitelikleri** gibi makaleler kaleme almıştır. Bkz. Suter, Heinrich, *Die Mathematiker 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-Kındî'nin gölgelerle ilgili çalışması için bkz. Lindberg, 1976, s. 20.

deliği) gölgesi HT üzerine düşen opak bir nesne olarak aldılar. Bu durumda, konumun tersi bir konum olması ve deneyinde bütünüyle farklı olması nedeniyle, hüküm de bizim hükmümüzün tersi bir hüküm olmuştur.¹⁸⁴

Takîyüddîn bu bölümün, geriye kalan maddelerinin onsekizincisi hariç, diğer bütün maddelerinde ışık türleri ve bunların nitelikleri konusunu tartışmaktadır. Savunduğu temel savları şunlardır:

7) Işıklı nesneden çıkan ışık basit tek bir özden oluşur. Aksi halde onu geometri yoluyla ele alamaz ve yayılımını gösteremezdik.

8) Işık kaynağından çıkan ışık, kaynağından kısımlara ayrılrsa, yalnızca zayıflamış olur; niteliğinden hiçbir şey kaybetmez. Işık kaynağından çıkan bu ışığa **birincil ışık** adı verilir.

9) **Birincil ışığın** düştüğü yerlerden çıkan ışığa ise **ikincil ışık** denir. Bu ışık **birincil ışık**'dan daha zayıftır. Bu ışınlar üzerlerine düştükleri **opak** nesnelerin renklerinin parlak veya mat olmasına bağlı olarak kuvvetlenip, zayıflayabilirler ancak, hiçbir zaman kuvvet bakımından **birincil ışıklar** derecesine çıkamazlar.

10) İkincil ışıklar da **küresel** olarak yayılırlar, yayılım da **doğrusal çizgilerde** olur.

11) Yine bu ikincil ışınlar da parlak yüzeyler aracılığıyla yansıtılabilirler. Ancak yansıyan bu ışınlar da ikincil ışıklardan daha zayıf olurlar. Böylece İkincil, üçüncül v.s. gibi gittikçe daha çok

¹⁸⁴ Takîyüddîn, çeviri metin, ikinci bölüm, s. 329.

zayıflamaya uğrayarak, sonunda gözün algılayamayacağı bir kuvvet derecesine ulaşırlar.

12) Işıklar, içinden geçtikleri nesnelere renklerine bağlı olarak renklenebilirler.

13) İkincil ışıklar, birincil ışıkların aydınlattığı **opak** nesnenin rengini de taşırlar.

14) Taşınan renkler, aslından daha zayıf olurlar. Beyaz nesnenin üzerine düşürülen renk, karışık renkli bir nesnenin üzerine düşürülen renkten daha belirgin olur.

15) Işıklar içinden geçtikleri saydam nesnelere renginide taşırlar. Örneğin koyu renkli bir camdan geçen ışık bu camın rengini de aktarır. Camın rengini taşıyarak geçen ışık, eğer beyaz bir zemin üzerine düşürülürse, bu renk, böyle olmayan bir zemine düşen renkten daha zayıf olur.

16) Işıklar parlak nesnelere rengini de taşırlar. Örneğin gümüş, altın ve kırmızı bakırdan yapılmış üç levha, sırasıyla ışığın düştüğü yere konulduğunda, bu levhalardan her birine özgü bir renk yansır.

17) Saydam nesnelere nüfuz eden ışınların düştüğü yerlerden de, bu ışınların ikincil ışınları doğar. Ancak bu ışınlar da birincil ışıklardan daha zayıftır.

Takîyüddîn'in bu açıklamalarının çoğunda İbn el-Heysem'e dayandığı ancak onun kadar ayrıntıya girmedığı anlaşılmaktadır.

Örneğin, yedinci madde de Taķıyüddîn ışığın basit tek bir özden oluştuğunu belirtmiş ve bu özün ne olduğunu açıklamamıştır. Oysa ki, İbn el-Heysem aynı konuyu *Işık Üzerine*¹⁸⁵ adlı makalesinde kendisine kadar gelen görüşleri tek tek ele aldıktan sonra ışığın bir ısı enerjisi şeklinde olduğunu belirtmiştir. Bu belirlemesini de, ışığın geçtiği havayı ısıtması ve yanıcı bir maddenin üzerinde yoğunlaştırıldığında o maddeyi yakması gibi örneklerle sabit hale getirmiştir.

Bunun dışında Taķıyüddîn'in diğer maddelerde sergilediği **birincil ışık, ilineksel ışık**, bu ışıkların birbirlerine olan üstünlükleri v.b. konularda ise tamamen İbn el-Heysem'in belirlemeleriyle sınırlı kaldığı görülmektedir. Yalnızca Onuncu madde de ikincil ışıkların da küresel yayıldığını belirtmekle İbn el-Heysem'in tasarlayamadığı bir açıklama yoluna gitmiştir ki bu onun birincil ışıkların küresel yayıldığı fikrinden sonra getirdiği önemli diğer bir katkıdır.

Taķıyüddîn bu bölümün son maddesi olan, Onsekizinci madde de ise renk ve ışık arasındaki ilişkiyi tartışmaktadır. Söylediklerinden çıkarılabilecek sonuçlar şunlardır:

18) Hissedilir bir şekilde renklerin ortaya çıkabilmesi için ışıkların varlığı şarttır. Eğer renklerin varlığının nedeni değilse, ışıklara gerek yoktur. Başka bir deyişle ışık ortadan kalktığında renk de kalkar. Renkler ışığın kırılmaları ve yansımaları sonucu oluşurlar. Işıkların renklerinin farklılığıyla, görünen renklerin algılanmasında ortaya çıkan

¹⁸⁵ İbn el-Heysem, *Işık Üzerine*, s. 272.

farklılıklar ışığın renginin suretine bağlıdır. Renklerin gerçekliğinin olmadığını söylemek için bu yeterlidir.

Takîyüddîn'in kısaca düşüncelerini özetlediğimiz bu anlatımda dikkatimizi çeken en önemli yön, rengin bizzatihi bir varlığının olmadığını, aksine ışığa bağımlı olarak ortaya çıktığının, ve renklerin de ışığın kırılması ve yansması sonucu oluştuğunun belirtilmesidir. Gerçi Takîyüddîn'in açıklamalarından onun başlı başına bir renk incelemesi yaptığını söylemek olanaklı değildir. Çünkü onun da, önceki bilim adamlarında olduğu gibi, ilgisini çeken gökkuşağının oluşumudur. Bu nedenle o salt renkten değil, renkli yaydan söz etmektedir. Ancak durum ne olursa olsun onun açıkça belirttiği bir şey vardır. O da renklerin ışığın kırılması ve yansması sonucu oluştuğunu belirtmesidir. Bu belirleme ise Takîyüddîn'in renklerin oluşumunu kendisine kadar gelen dönem içerisinde ilk kez olmasa bile, doğru bir biçimde açıklamayı başardığını göstermesi bakımından önem taşımaktadır. Çünkü rengin gerçek mahiyetinin anlaşılması oldukça geç bir döneme, Newton zamanına rastlamaktadır. Örneğin Kepler pek çok optik olgunun anlaşılır kılınmasını başarıyla gerçekleştirmişken, renk konusunda ise kendisinden beklenilmeyecek derecede anlamsız ifadeler kullanmaktadır. Öyleki onun için hâlâ renkler ışık ve karanlığın çeşitli dercelerde karışmaları, ya da beyaz ışığın değişimi sonucu oluşmaktaydı. Yani beyaz ışık zayıflayarak başka renklere dönüşmektedir. Bu açıklama biçimi ise gerçekte Aristo'nun renk kuramının basit bir anlatımından

başka bir şey değildir.¹⁸⁶ Halbu ki eksik olmasına ya da yeterince ayrıntı içermemesine karşın, Taķiyüddîn'in açıklamalarında sürece kırılmanın katıldığı çok açıktır. Ancak yukarıda da belirttiğimiz üzere rengin gerçek mahiyetinin anlaşılması için Newton'u beklemek gerekmektedir.

¹⁸⁶ Boyer, Carl, B., *The Rainbow, from Myth to Mathematics*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1987, ss. 179-180; Akdoğan, Cemil, *Bilim Tarihi*, Anadolu Üniversitesi Yayını, 1993, ss. 128,129.

II.4. ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

IŞIĞIN GÖZE VE GÖRMEYE ETKİSİ

Bu bölüm de Taqîyüddîn ışığın göze ve görmeye olan etkisini ele almıştır. Altı problem tartışılmaktadır.

1) Göz çok parlak bir ışığa, örneğin Güneşe ya da yansıyan kuvvetli bir ışığa baktığın da acı duyar. Bu demektir ki ışık göze etki etmektedir.

2) Bir kimse ışıkla aydınlatılmış koyu yeşil ya da parlak sarı bir renge uzun süre dikkatlice bakıpta, daha sonra bakışını diğer bir mekana çevirirse, o rengi bir süre için daha bu mekanda algılamaya devam eder. Bu da rengin de göze etki ettiğini gösterir.

3) Yıldızlar gece görünüp gündüz görünmemektedirler. Çünkü kuvvetli bir ışık olan Güneş ışığı ona oranla daha zayıf olan yıldızların ışığını örtmektedir. Bu da kuvvetli ışığın ışığı zayıf olan nesnelere gözün algılamasına engel olduğu anlamına gelmektedir.

4) Üzerine düşen ışığı göze yansıtan nesne ile göz karşı karşıya buldukları zaman, o nesnenin yüzeyinin ayrıntısını göz algılayamaz. Çünkü yansıyan ışık gözü almaktadır. Eğer göze gelen ışığın

doğrultusunda sapma olursa o nesnenin yüzeyini gözün algılaması olanaklı olur.

5) Kuvvetli ışık altında bakılan bir nesne de ortaya çıkan ayrıntı, zayıf ışık altında bakıldığında ortaya çıkan ayrıntıdan daha çoktur.

6) Göz, opak nesnelere bulunan renkleri kuvvetli ışık altında algılar. Algı, zayıf ışık altındaki görüntüden daha parlak, daha mükemmel ve daha tamdır. Aksine karanlık mekanlar da ise görüntü daha zayıftır.

Bir nesnenin ya da bir rengin görünümündeki değişimlerin ele alındığı bu bölümde, ışığın görmeye, göze ve renge olan etkisi çok açık bir biçimde sergilenmektedir. Ancak tamamen İbn el-Heysem'in yirmisekiz bölüm halinde ele aldığı problemle ilgili açıklamalarının özetidir.¹⁸⁷ Öyleki rengin görünüşünün ışığa bağlı olarak değişimini belgelemek için Taqiyüddin'in örnek olarak verdiği **Tavus Kuşu ve Bukalemun** örnekleri bile İbn el-Heysem'den alınmıştır.¹⁸⁸

Özgün olmamasına karşın, yine de birinci madde de sergilediği düşünceler, onun ışık kaynağı olarak gözü değil nesneyi kabul ettiğini göstermektedir ki, bu da klasik görüşün reddi anlamına geldiği için önemlidir. Nitekim İbn el-Heysem **gözün** kuramını reddederken benzeri bir biçimde hareket etmiş ve bir dizi başarılı gözlem ve deneyle görüşünü kanıtlamıştı. Ancak ne yazık ki Taqiyüddin gerekli ayrıntıya

¹⁸⁷ Bu konular daha önce İbn el-Heysem tarafından yirmisekiz madde altında ele alınıp incelenmiştir. Taqiyüddin'in bunları özetlemekle yetindiği anlaşılmaktadır. Bkz., İbn el-Heysem, 1989, 1. kitap, bölüm 4, ss. 51-55.

¹⁸⁸ İbn el-Heysem, 1989, aynı bölüm, madde 25, s. 55.

girmemiştir. Nitekim bu bölüm için yazdığı genel sonuçta da sadece *gözün baktığı nesnede algıladığı suret, bakılan nesne, göz ve bu ikisi arasındaki ortamda bulunan havadaki parlak ışıktan [bu ışığın nesneyi aydınlatmasından] dolaydır.*¹⁸⁹ demekle yetinmiştir.



¹⁸⁹ Takyyüddîn, çeviri metin, üçüncü bölüm, s. 342.

II.5. DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

GÖZÜN YAPISI

Dördüncü bölüm tamamen gözün yapısına ayrılmıştır. Burada Takîyüddîn, öncelikle kendisinden önce göz anatomisi konusunda ortaya konulan bilgilerin çok özlü bir anlatımını verir. Daha sonrada, bu bilgiler ışığında kendisinin göz şemasını oluşturmaya başlar. Onun verdiği göz şemasına geçmeden önce konunun kolayca anlaşılmasını sağlaması ve verdiği göz şemasının niteliğinin net olarak ortaya çıkabilmesi bakımından önemli olan bu öncü görüşlerin kısa bir anlatımını vermek yararlı olacaktır.

Takîyüddîn, burada kimler olduğunu belirtmediği, iki grup doktordan söz etmektedir. Birinci grup doktorları ünlü, ikinci grup doktorları ise mahir sıfatıyla nitelemiştir. Onun ünlü doktorlar olarak nitelediği doktorlara göre, göz dört tabakadan ve üç tane de sıvıdan oluşmuştur.

Bu tabakalar ise şunlardır:

1) Conjunctiva (mülteħime), 2) Kristal kapsülün ön yarısı (ânkebutiye); 3) Göz bebeği küresi (înebiye) 4) Cornea (ķarniye)'dir.

Bu doktorlara göre gözü oluşturan sıvılar ise şunlardır:

1) Vitreous humour (zücaciye); 2) Crystalline humour (celidiye), 3) Albugineous -aqueous- humour (beydiye)' dir.

Takîyüddîn'in mahir doktorlar olarak nitelediği doktorlara göre ise, göz yedi tabakadan oluşmaktadır. Bu tabakalar şunlardır:

- 1) Gözakı tabakası, Sclera, şulbe
- 2) Damar tabaka, Choroid, Muşemmiye
- 3) Ağ tabaka, Retina, şebekiye
- 4) Kristal kapsülün ön kısmı, Arachnoid, Ânkebutiye
- 5) Göz küresini göz kapaklarıyla birleştiren zar, Conjunctiva, Mülteħime
- 6) Gözbebeği, Iris, İnebiye
- 7) Saydam tabaka, Cornea, Ķarniye

Burada ilginç olan yön, Takîyüddîn'in kim olduklarını belirtmeden anlatımını sunduğu doktorların göz şemasıyla, aşağıda anlatımını vereceğimiz kendi göz şeması arasında herhangi bir farkın bulunmamasıdır.

Takîyüddîn'e göre, göz tabakalarından, zarlardan ve çeşitli cisimlerden oluşmuştur. Beynin ön tarafından uzayan bir görme siniri vardır; ve bu **görme siniri** (optic nerve) iki göz çukuruna doğru benzer iki görme sinirine ayrılır. Bu sinirlerin her birinde nufuz edilebilir birer delik vardır. Göz çukurlarına doğru uzayan bu sinirler, burada huni görünümünü alırlar (şekil 11'deki ABC) Göz küresi bu noktada tamamen bu huniden oluşur.

Bu genel girişinden sonra, Takîyüddîn'de iki gözden herbirinin yedi tabakadan oluştuğunu belirterek her bir tabakanın anlatımını vermiştir. Onun bu anlatımına göre gözü oluşturan tabakalar ve [ve sıvıların] nitelikleri şöyledir:

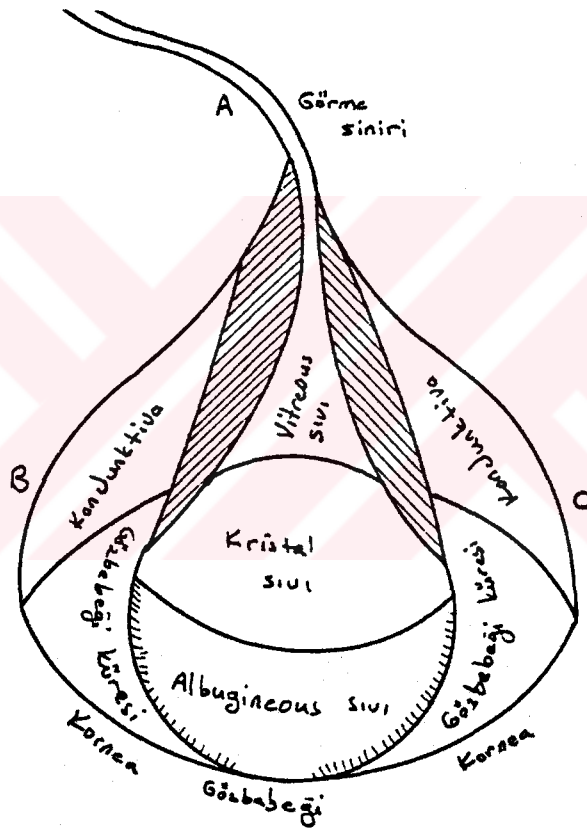
1. Tabaka: Göz çukurunu dolduran beyazımsı yağlı bir ettir. Bundan dolayı bu tabakaya **mülteħime** yani **yağ tabaka** adı verilir.

Takîyüddîn'in tanımını verdiği bu tabaka bugünkü anlamda **conjunctiva**'dır; yani göz küresini göz kapaklarına bağlayan organ.

2. Tabaka: Çoğunlukla siyah oyuk bir küredir. Ancak, elâ ve mavi renkli olanı da vardır. Bunun şişkin kısmı **mülteħime** (conjunctiva) ile bitişiktir. Giriş kısmına **sukb el-inebiye** yani **gözbebeği girişi** adı verilir. Bu tabaka da bugünkü anlamda **uveal aperture** (pupil)'dur.

3. Tabaka: Beyaz saydam bir zardır, ve gözbebeği girişini örter. Buna **tabakat el-karniye** adı verilir. Bugünkü anlamda **cornea**'dır. **Cornea** tümüyle **inebiye**'nin önünde yer alır.

4. Tabaka: Yumurta biçimli bir küredir. Saydamlığı buz saydamlığına benzer. Bundan dolayı **celidiye** adı verilmiştir. Görünüşü bir merceği andırır.



Şekil 11 : Taqiyüddin'e göre göz küresi.

Takîyüddîn'in tanımladığı bu tabaka bugünkü anlamda **göz merceği** yani, **crystalline humour**'dur.

5. Tabaka: **Celidiye**'nin (mercek) arkasındaki boşluğu dolduran sıvıdır. Erimiş cama (**zücac el-zayb**) benzer ve bundan dolayı **rutubet el-zücaciye** adı verilmiştir.

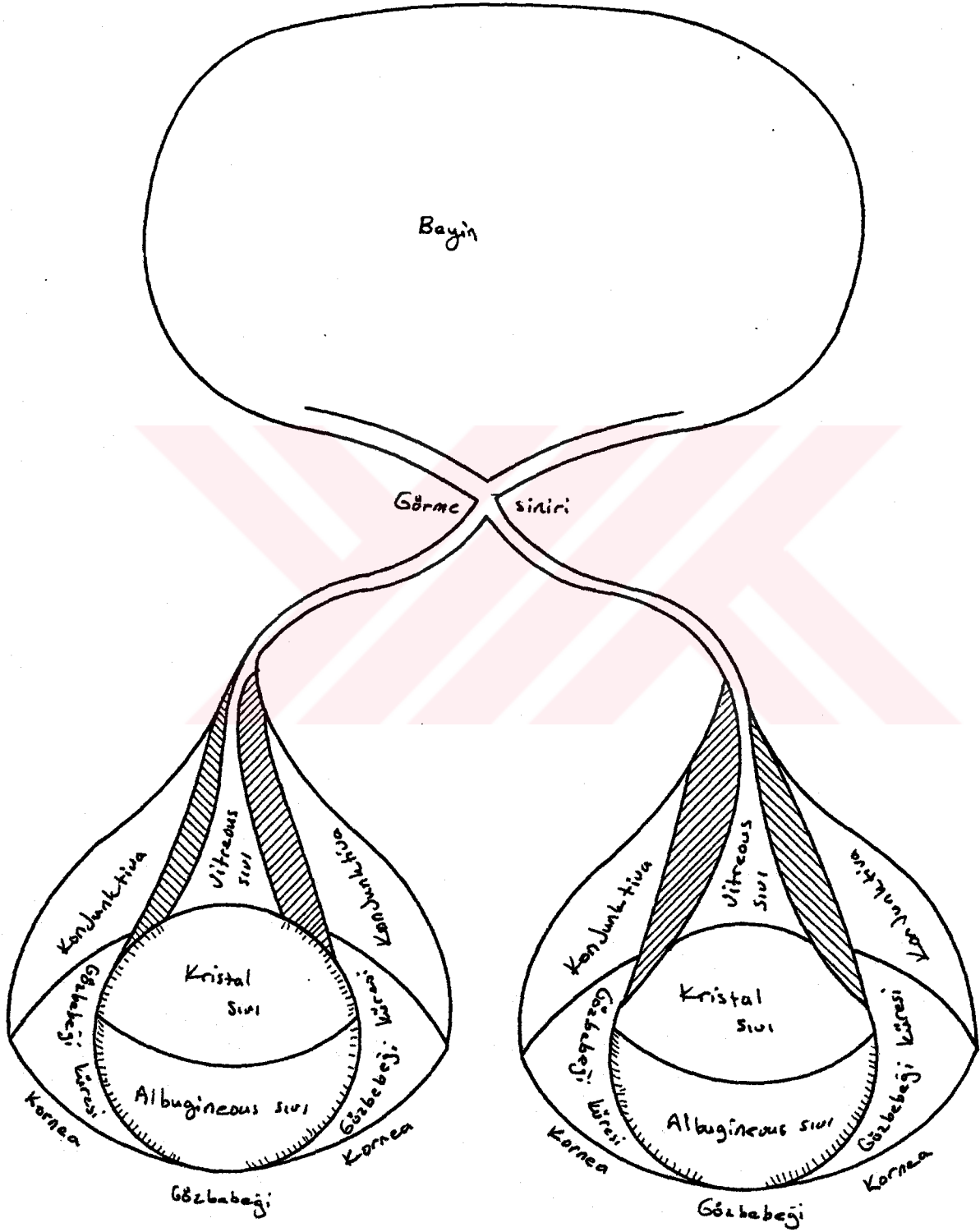
Bu tabaka da bugün için gözün **retina** yani, **ağ tabaka** ile çevrili boşluğunu dolduran renksiz sıvıdır. Buna **camsal sıvı** (**vitreous humour**) adı verilir.

6. Tabaka: Son derece ince ve örümcek ağına benzer bir zardır. Bundan dolayı **ânkebutiye** adı verilmiştir. Bugünkü anlamda **kristal kapsülün** (**celidiye**) ön yarısıdır.

7. Tabaka: **celidiye** ile **sukb el-inebiye**'nin yani **göz merceği** ve **gözbebeği girişinin** arasında kalan boşluğu dolduran sıvıdır. **Rutubet el-beydiye** diye tanımlanan bu sıvı bugünkü anlamında **albugineoushumour** (**aqueous humour**)'dur.

Böylece gözün anatomisini özetlediğini söyleyen Takîyüddîn'in sunduğu göz şemasının, tamamen kendisinden önce anlatımını yaptığı doktorların verdiği şemayla benzerlik taşıdığı, açıkça görülmektedir. Yani onun kendisinden önce gözün yapısı hakkında söylenenleri aktarmakla yetinmiş olduğu ve her hangi bir ayrıntıya girmeyi denemediği açıkça ortaya çıkmaktadır. Nitekim bu durumun fazla arzu edilen bir şey

Şekil 12 : Taqîyüddîn'e göre göz anatomisi ve görmenin oluşumu.



olmadığını kabul etmiş olacak ki, kendisi de bu tutumunun nedenini açıklamak gereksinimini duymuş ve şunları belirtmiştir:

...eğer biz bu organ ve yapısı hakkında ihtilafa düşersek, ondaki her bir ayrıntıyı özellikleriyle açıklamamız gerekir. Ancak bu makalede (risale) arzu ettiğimizden fazlasının bulunması nedeniyle ortaya çıkacak atarac korkusundan dolayı daha fazla ayrıntıya girmedik.¹⁹⁰

Gerçekten de, Taqîyüddîn'in de belirttiği gibi, onun burada ayrıntı vermemiş olması bir eksiklik değildir. Çünkü onun amacı gözün yapısını incelemek değildir. Tam aksine görme olayının en temel bileşeni olan gözün, görme sürecinde taşıdığı işlevi belgeleyebilmek için, gerektiği ölçüde, yapısını ortaya koymaktır. Nitekim çalışmasının daha sonraki bölümlerinde bir bütün olarak gözün veya her hangi bir organının hastalık ya da benzeri bir nedenden dolayı işlevini yitirdiğinde, ortaya çıkan görme kusurlarını ayrıntılı olarak ele almıştır. Bu anlamda da bilinen göz şemasını vermesi yeterlidir. Ancak burada önemli olan yan verilen göz şemasının kendi zamanında batıda bilinenler ile, çağdaş bilgi karşısında ne ölçüde anlamlı olduğunu tartışmamıza yetecek ölçüde bir bilgi aktarımını bize verip vermediğidir. Bu anlamda konuya yaklaştığımızda ise, verilenlerin bu karşılaştırma için yeterli olduğunu görmekteyiz ki, bu da bizim için yeterlidir. Nitekim, onun aktardığı bilgileri, yaklaşık aynı dönemde batıda

¹⁹⁰ Taqîyüddîn, çeviri metin, dördüncü bölüm, § 345.

yapılan konuyla ilgili çalışmalarla karşılaştığımızda, koşutluk taşıdığı görülmektedir. Bu karşılaştırma için ideal kişi Kepler'dir. Çünkü Kepler hem bu dönem optiğinin en önemli kişisidir; hem de genel olarak optiğin modern döneminin başlangıcında yer aldığı kabul edilmektedir.¹⁹¹

Kepler'in göz anatomisi ve görmeye ilişkin düşüncelerini sergilediği yapıtı *Ad Vitellionem Paralipomena*'dır. Bu yapıtının beşinci bölümünde Kepler, gözün değişik kesitlerinden örneklerin yanında, bir de şematik olarak göz tabakalarını gösteren bir çizim vermiştir (şekil 13).¹⁹²

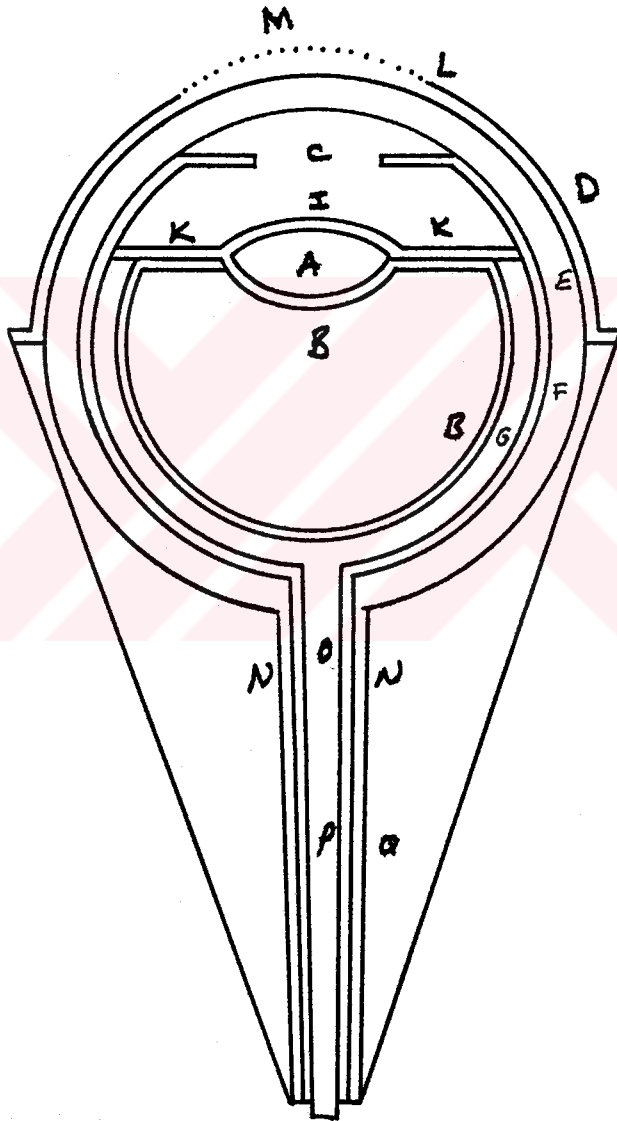
Bu çizim incelendiğinde şu tabakaların sıralandığı görülmektedir: Şekildeki,

- a) Crystallinus(kristal sıvı) [mercek]
- b) Vitreus(camsal sıvı)[arka oda sıvısı]
- c) Aqueus (aqueus sıvı)[ön oda sıvısı]
- d) Sclera [sert tabaka]
- f) Uvea [damar tabaka]
- g) Retina [ağ tabaka]
- m) Cornea(kornea)[saydam tabaka]
- o) Optik nerve [optik sinir]

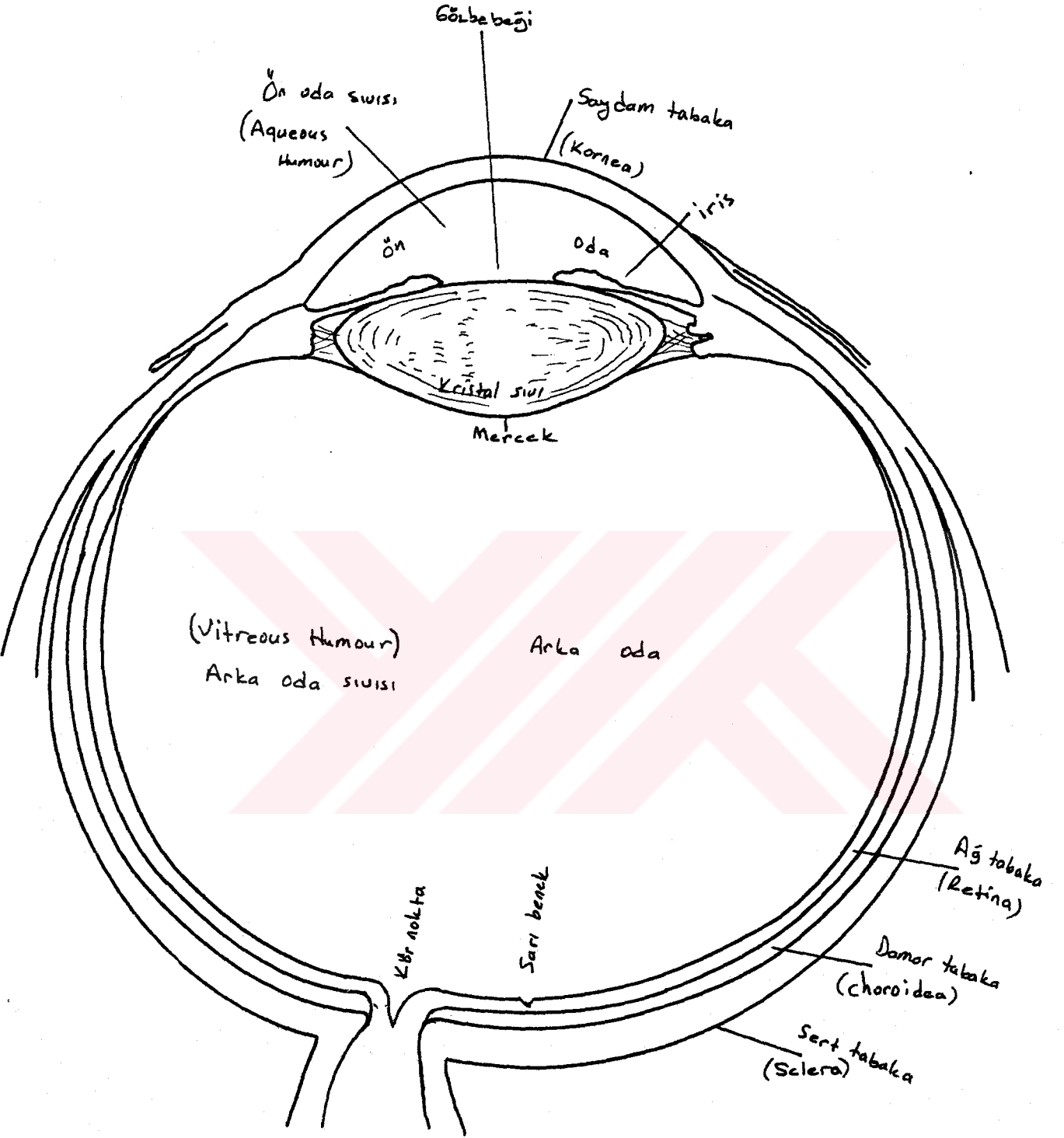
¹⁹¹ Wolf, s. 244.

¹⁹² Kepler, J., *Ad Vitellionem Paralipomena*, Gesammelte Werke, 2. cilt, München, 1938, s. 159.

anlamına gelmektedir. Burada görünen odur ki, Kepler'in verdiği göz şeması Taķıyüddîn'in verdiği göz şemasıyla tamamen benzeşmektedir. Bu da 16. yüzyılda gözün yapısı hakkında Taķıyüddîn'in sahip olduğu bilgiler, kendisinden yaklaşık yarım yüzyıl sonra yaşamış olan Kepler'in sahip olduklarıyla eşdeğer olduğunu göstermektedir.



Şekil 13: Kepler'in göz şeması.



Şekil 14 : Çağdaş bilgiye göre göz anatomisi

Öte yandan, Takîyüddîn'in verdiği bilgileri çağdaş bilgiyle karşılaştırdığımızda da yine bir paralellik taşıdığını görmekteyiz. Tek fark bugün için gözün üç tabaka olarak kabul edilmesidir.

Dışarıdan içeriye doğru sıraladığımızda, bunlardan ilki **gözakı tabakasıdır** ve gözün ön kısmında saydamlaşarak **cornea** adını alır.

İkinci tabaka renkli tabakadır. **Choroid** adı verilir. Gözün ön kısmında bu tabakanın uzantısı olan gözün renkli kısmı yani **iris** ve irisin ortasındaki **gözbebeği** bulunur. **Iris** göze giren ışık miktarını ayarlar. Tıpkı bir fotoğraf makinasının diyaframı gibi görev yapar. Işık miktarına göre gözbebeğinin küçülüp büyümesini sağlar. Işık çoğaldıkça küçülür, azaldığında da büyür. Böylece görme için gerekli ışık miktarı sağlanmış olur. **Irisin** arkasında ise incelik kalınlaşabilen bir mercek vardır. Bu mercek ışığı, ışığa duyarlı (photosensitive) alıcıların bulunduğu **ağ tabakaya**, yani gözün üçüncü tabakasına odaklaştırır (şekil 14). İşte bu odaklaşmayı sağlamak için mercek kalınlaşıp incelmektedir. Mercekten giren ışık saydam sıvıyı (**vitreous humor**) geçerek **ağ tabakadaki** alıcı hücrelere ulaşır. Görme de böylece oluşmuş olur.

¹⁹³ Çizim için bkz., *Sobotta Atlas of Human Anatomy*, vol. 1, ed. Helmut Ferner, Jochen Staubesand, Munich, Vienna, Baltimore, 1992, s. 230. Anlatım için bkz., Clifford T. Morgan, *Psikolojiye Giriş*, ed. Sirel Karakaş, *Duyular*, çev. Selim Hovardaoğlu, ss. 248-249.

Kısaca bugün için gözün anatomisi ve görmenin oluşumu böyledir. Bu da Taqîyüddîn'in kendi döneminde göz anatomisi bakımından ileri bir bilgi düzeyine sahip olduğunu göstermektedir.



II.6. BEŞİNCİ BÖLÜM

GÖRMENİN NİTELİKLERİ ve OLUŞUMU

Beşinci bölüm, görmenin nitelikleri ve oluşumu konusuna ayrılmıştır. Tartışma dört maddeden oluşmaktadır.

1) Taķıyüddin bu birinci maddede, daha önce geçen dört bölümde ortaya koyduğu bilgilerin özetini vermektedir. Buna göre daha önce geçen temel savlar şunlardır:

a) Işık, ışıklı nesnelere, bu nesnelere karşısındaki her yöne doğru yayılır.

b) Işıklı nesneden çıkan bu ışınlar, böyle bir nesnenin karşısında bulunan göze ulaşır ve ona etki ederler. Göz de bu ışınları algılar ve görme de bu ışınlarla oluşur.

c) Nesnelere rengi daima ışığa baēlı olarak ortaya çıkar.

d) Göz, her bir rengi, kendisine ışıkla birlikte ulaşan suretlerle algılar.

Taķıyüddin'in açıklamalarından çıkardığımız bu savlarına göre onun, daha önceden de belirtildiēi gibi, ışığın gözden deēil nesneden

geldiğini kabul ettiği anlaşılmaktadır. Bu düşünce yeni olmamakla birlikte, oldukça önemlidir. Çünkü Takîyüddîn öncesi dönemde hem Antikçağ, hem de İslâm dünyası'nda ışığın kaynağı meselesinde ortaya iki farklı görüş çıkmıştı.¹⁹⁴ Bunlardan birisi ışığın gözden (extramission) çıktığını, diğeri ise nesneden (intromission) geldiğini savunmaktaydı. Bu her iki görüşte İslâm dünyası'nda taraftar bulmuştu. Ancak yapılan tartışmalar, özellikle İbn el-Heysem'in olağanüstü başarılı çalışmalarıyla bir sonuca ulaştırılmış ve **extramission** yani **gözışın** kuramı tamamen reddedilmişti. Öyleki, Antikçağ ve İslâm dünyası'nda ortaya konulan **intromission** yani ışınların nesneden geldiğini savunan diğer bilim adamlarının çalışmalarından ayırt edebilmek için İbn el-Heysem'in kuramına **yeni nesneışın kuramı**¹⁹⁵ adı verilmişti. Ancak daha sonraki dönemlerde özellikle batı dünyasında, tekrar ışığın gözden çıktığını kabul eden, başarısız ve bir anlamda geri adım niteliği taşıyan kuramlar (Roger Bacon, John Pecham gibi) ortaya atılmıştır. Oysa ki, yaptığı açıklamalardan Takîyüddîn'in bu yanlışa düşmediği anlaşılmaktadır. Şu alıntı bunu açıkça göstermektedir:

Görme gözden çıkan birşeyle olursa, o zaman böyle bir varsayımdan, zorunlu olarak şu sonucu kabul etmek gerekir: Eğer gökyüzüne bakarsak gözümüzden evrenin yarısına yakın bir kısmını dolduracak kadar madde çıkar buna karşılık gözden hiçbir eksilme olmaz ve göz kapatıldığında ise bu madde ortadan kalkar ya da bakışın olduğu taraftaki yerine [yani göze] geri döner. Gökyüzüne bakma esnasında, sabit yıldızları içine alacak bir daire çizildiğinde, gözden çıkan bu maddenin, bu mesafe boyunca hareket ederek, bir dakikalık bir zaman

¹⁹⁴ Bu görüşlerle ilgili ayrıntılı açıklamalar Tarihsel Arka-plân bölümünde yapılmıştır.

¹⁹⁵ Lindberg, 1976, ss. 85-86.

içerisinde, bu sabit yıldızlar feleğine ulaşması gerekir. Bu ise olanaksız ve saçma bir iştir. Eğer [çıkan bu yayılım] maddesel değilse, bu durumda da herhangi bir maddeyle karışmaksızın duyumu olanaksız olurdu. Çünkü duyum ancak cisimler içindir; ve bu çıkma (extramission) kesin bir bilgiyle kanıtlanmış da değildir. Aksine ...saf bir zandır.....¹⁹⁶

Görüldüğü gibi, ışığın gözden çıkabileceği olasılığı Taḳîyüddîn için de kabul edilemez bir savdır, ve hatta bir sanıdır. Böylece temel argümanını İbn el-Heysem'den almış olmakla birlikte, Taḳîyüddîn'in gözü'nün kuramını savunmak yanlışlığına düşmediği ortaya çıkmaktadır.

2) Bu ikinci madde de ise gözün tabakalarının görmedeki işlevleri özetlenmektedir. Buna göre;

a) Göz tabakaları, gözün ön kısmının saydam nesnelere temas halinde bulunmasından dolayı, gözeneklidirler.

b) Saydam nesnelere tabiatında ışık ve rengin suretini alabilme özelliği vardır. Göz de ışığı aldığı için, gözün tabakaları da saydamdır.

c) Gözün ilk tabakası **cornea**'dır ve bu tabakanın ortasında yer alan gözbebeği aracılığıyla giren ışınlar **celidiye**'ye ulaşırlar.

Taḳîyüddîn'in yukarıda sıraladığımız bu üç temel savında sunduğu bilgiler bugün için tamamen geçerlidir. Çünkü, gerçekten de gözün ön kısmındaki tabaka, yani **cornea** saydamdır ve bu tabaka aracılığıyla giren ışık göz merceğine, yani Taḳîyüddîn'in anladığı anlamda **celidiye** tabakasına ulaşırlar. Dördüncü bölümde verdiğimiz bilgiler bu açıklamalar için yeterlidir.

¹⁹⁶ Taḳîyüddîn, çeviri metin, beşinci bölüm, s. 352.

3) Takîyüddîn bu maddede de daha önce yaptığı açıklamaların özetini vermeyi sürdürmüştür. Buna göre;

a) Göz, kendisine suretleri gelen¹⁹⁷ nesnelere, yüzeylerindeki ışık ve renk ile algılar.

b) Renkler ancak beyaz nesne üzerine düşürüldüğünde daha belirgin hal alırlar.

c) Işık kaynağına yakın olan nesnelere suretleri daha belirgin olur.

d) Işık gözü, özellikle de **celidiye** tabakasını etkiler.

Bu maddeler de ise Takîyüddîn, ışığın görmeye, renge ve göz tabakalarına olan etkisini tartışmaktadır. Burada dikkati ilk çeken yön verilenlerin tamamıyla ayrıntılı gözlemlerden çıkartılmış bilgiler olmasıdır. Nitekim onun yoğun ışığa maruz kaldığında gözde meydana gelen değişimlerle ilgili açıklamalarından bunu anlamak çok kolaydır. Örneğin Takîyüddîn, yoğun ışığa tutulduğunda gözün önce kamaştığını, ve ışık çok yoğun olduğun da ise acı duyduğunu ve sonunda da tamamen kör olduğunu belirtmektedir ki, bu bilgiler tamamen doğrudur ve o dönem için geçerli olan **kıyas** durumunda, yani ceza sonucu gözün kör edilmesi işleminde bu bilgileri elde ettiği açıkça görülmektedir. Nitekim kendisi de, *yoğun ışığın göze zarar verdiği konusu, en iyi kıyas durumunda gözün Güneşin ya da çukur ayna da yansıtılan ışığın karşısında açılmasıyla gözlemlenebilir*¹⁹⁸ demektedir.

¹⁹⁷ Takîyüddîn'in ışığın nesneden geldiğini kabul ettiği bu ifadesinden de anlaşılmaktadır.

¹⁹⁸ Takîyüddîn, çeviri metin, beşinci bölüm, s. 354.

Ayrıca yine Takîyüddîn bu bölümde sunduğu açıklamalarında ışığın nesneden geldiğinin ve gözden çıkmadığının kanıtı olarak da yine gözün yüksek ışıktaki etkilenmesini örnek vermektedir ki, bu bilgi, **gözün** kuramının reddedilmesinde geliştirilmiş önemli bir kanıttır.

Bu bölüm için yazdığı diğer maddelerde ise Takîyüddîn, algıda söz konusu olan niteliklerin, çok çeşitli olmalarına karşın, tümevarımla 22 tane olduğunu belirtmektedir ki, bunlar *ışık, renk, mesafe, konum, kütle, şekil, büyüklük, ayrıklık, bitişiklik, sayı, hareket, sükunet, katılık, yumuşaklık, saydamlık, opaklık, karanlık, gölge, güzellik, çirkinlik, benzerlik ve farklılıktır*; ve çok eskiden beri bilinmekte olan perspektif bilgileridir.



II.7. ALTINCI BÖLÜM

GÖZ HASTALIKLARI ve GÖRME KUSURLARI

Takîyüddîn birinci kitabın bu son bölümünü görme kusurlarına ve göz hastalıklarına ayırmıştır.

Takîyüddîn'e göre, gözün nesneyi algılamasında ortaya çıkan kusurlar 10 tanedir. Bunlar:

1 ve 2) Göz ve nesne arasındaki uzaklığa bağlı olarak ortaya çıkan kusurlar. Yani nesnenin göze gerekenden daha uzakta ya da daha yakında bulunmasından doğan kusurlar.

3) Nesnenin ve gözün konumuna bağlı olarak ortaya çıkan kusurlar.

4) Işığın yeğinliğine bağlı olarak oluşan kusurlar.

5) Nesnenin büyüklüğüyle ilgili olarak oluşan kusurlar.

6) Nesnenin opaklığından kaynaklanan kusurlar.

7) Göz ve nesne arasındaki ortamdan kaynaklanan kusurlar.

8) Gözün sağlık durumuna bağlı olarak oluşan kusurlar.

9) Zamana bağlı olarak ortaya çıkan kusurlar.

10) Algılayanın kendisine yönelik olan kusurlar.

Tamamıyla perspektife ait olan bu maddelerle ilgili açıklamalar daha önce geçmişti. Takîyüddîn'in burada bunları tekrar etmesinin nedeni, bu bölümün daha sonraki kısımlarında sergileyeceği, **doğrudan görmeye** ilgili olan algı etmenlerini bu kurallar çerçevesinde değerlendirebilmektir. Nitekim o göz hastalıklarını ele alıncaya kadar, çok yoğun bir biçimde bu etmenlerin görmeyi nasıl etkilediğini tartışmış ve tartışmasını gözlem ve deneylerle pekiştirmiştir. Örneğin, gözden çok uzakta bulunan, ancak gözün görünüm açısının dışında kalmayan iki yıldız (Deberan ve Venüs) gözlemleyerek, aralarında binlerce Fersah¹⁹⁹ uzaklık bulunmasına karşın, bunların birbirlerine yakınmış gibi göründüklerini belirleyebilmiştir.²⁰⁰ Yine aynı konuyu geometrik çizimleme yoluyla da ele almış ve büyüklükleri eşit olan iki nesneden, göze daha yakında bulunanının daha büyük görüldüğünü geometrik olarak kanıtlamıştır.

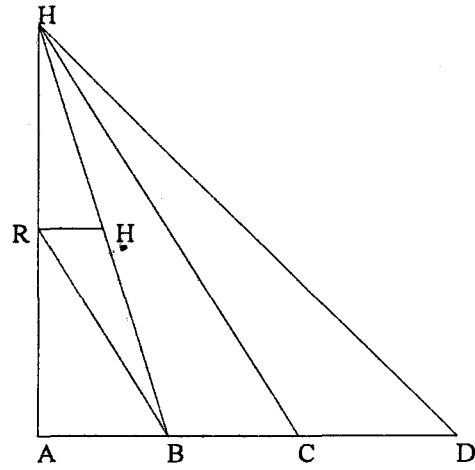
Şöyleki: Burada söz konusu edilen eşit büyüklükteki nesnelere AB, BC, CD ve göz merkezi de H olsun (şekil 15).

Bu nesnelere AB göze daha yakındır. Bu durumda sırasıyla $AB > BC$, $BC > CD$ olur. Bu durum geometrik olarak şöyle kanıtlanabilir: HA, HB, HC ve HD çizgilerini çizelim. B'den HC çizgisine koşut BR çizgisini çizelim. Bu durumda $AB/BC = AR/HR$ olur. Ayrıca, $AB = BC$, $AR = HR$ ve $BR > HR$ 'dir.

¹⁹⁹ Fersah, yaklaşık beş kilometrelik bir uzaklık ölçüsü.

²⁰⁰ Takîyüddîn, çeviri metin, altıncı bölüm, s. 359.

Buradaki $\angle RHB > \angle RBH$ ve onun eşiti olan $\angle BHC$ 'dan. Bu durumda AB, BC'den ve BC de CD'den daha büyük görünürler. Aynı zamanda AB'ye koşut olarak RH'yi çıkarsak; bu durumda $RH = AB/2$ olur. Çünkü, $HR/AH = RH/AB$ 'dir. $HR = AH/2$ ve $RH = AB/2$ olduğundan, bu ikisi yani RH ve AB tek bir açı altında



Şekil 15: Eşit çizgilerin farklı büyüklükte görünmesi.

görünmektedirler. Bundan dolayı, gerçekte biri diğerinin yarısı kadar olmasına karşın, $RH = AB$ olmaktadır.²⁰¹

Tıpkı burada olduğu gibi, diğer algı etmenlerini de tek tek ele alıp, her bir etmene bağlı olarak nesnelerin olduğundan farklı olarak görülebileceğini ve algı yanılgılarına yol açacağını açıkça belirterek, fiziksel göz kusurları olmaksızın oluşan görme kusurlarını tartışmıştır. Bunu göstermek için Taķiyüddin pek çok örnek vermiştir. İlginç olanlardan birisi nesnenin konumuna bağlı olarak ortaya çıkan görünüm hatasını belgelemek için verdiği örnektir. Buna göre, eğimi ortalama olan bir yüzey üzerinde eğimli küçük bir nesne var ise, bu nesne eğik düzlemde eğik olmayan bir şekilde görünecektir. Eğer o nesnenin eğimi yüzeyin eğim yönünün tersindeyse, bu durumda nesne üzerinde bulunduğu eğik düzlemin eğimliliğinden daha çok eğik görünür.²⁰² Aynı

²⁰¹ Taķiyüddin, çeviri metin, altıncı bölüm, s. 360.

²⁰² Taķiyüddin, çeviri metin, altıncı bölüm, s. 365.

şekilde, Takîyüddîn'in ışığın yol açtığı görme aldanmasına verdiği örnek de şudur: Güneş gibi kendinden ışıklı büyük bir nesne, çok uzağında bulunan yıldızların ışığını örtecek kadar çok yoğun ışık yayar. Bu örtülmeden dolayı göz bu yıldızları algılayamaz ve onların yok olduğu zannedilir. Tıpkı yoğun ışıkta ayın görünmemesi gibi.²⁰³ Yine Takîyüddîn opaklık ve saydamlığın yarattığı görme hatasını belgelemek için de şu ilginç örneği vermiştir: Eğer saydam bir nesnenin arkasında diğer bir renkli saydam ya da opak bir nesne var ise, bu durumda bakan kimse bu ilk saydamı opak ve renkli olarak görür. Eğer bu türden herhangi bir belirti yok ise, bu durumda o ikisi tek bir şey olarak görünürler. Takîyüddîn bu durumu belgelemek için de şu şiiri örnek vermiştir:

Cam inceldi, şarap şahane göründü.

Birbirlerine benzediler; durum karıştı.

Sanki şarap var, bardak yok;

Ve sanki bardak var, şarap yok.²⁰⁴

Böylece Takîyüddîn sağlıklı bir gözün, etmenlere bağlı olarak aldanabileceğini, yukarıda bir kaçını sıraladığımız pek çok örnekle belgedikten sonra, bu bölümün başlangıcında sıraladığımız madelerden sekizincisini, yani gözün sağlığını yitirmesinden kaynaklanan görme kusurlarını ve göz hastalıklarını ele almıştır.

Takîyüddîn'in saydığı göz kusurları şunlardır:

a) gündüz körlüğü,

²⁰³ Takîyüddîn, çeviri metin, altıncı bölüm, s. 367.

²⁰⁴ Takîyüddîn, çeviri metin, altıncı bölüm, s. 374.

- b) gece körlüğü,
- c) şaşılık
- d) Hayalat,
- e) kar körlüğü

Takîyüddîn burada, görüldüğü gibi, çok sınırlı sayıda bir kaç hastalıktan söz etmiş ve bu hastalıklar hakkında da birisi (Hayalat) hariç ayrıntı vermemiştir. Oysa, bilindiği gibi, tıp bilgisi İslâm dünyası'nda oldukça gelişmiştir. Bu hususta özellikle başarısı yüzyılları aşan büyük bilgin İbn Sînâ'nın katkısı şüphesiz ki çok büyüktür. Onun göz anatomisindeki derin bilgisinin yanında göz hastalıklarıyla ilgili çalışmaları da çok geniş ve ayrıntılıdır. Nitekim o, göz kapağı hastalıklarından başlamak üzere, hemen bilinen diğer bütün göz hastalıklarının niteliklerini ele almış ve tedavilerini açıklamıştır.²⁰⁵ Takîyüddîn'in kendisinden önceki bu bilgilerden habersiz olduğunu düşünmek olanaksız olduğuna göre, onun neden bu denli sınırlı sayıda hastalıktan söz ettiğini ve niçin ayrıntı vermediğini anlamak aslında zor değildir. Çünkü o konunun bir gereği olarak, yalnızca gereksinim duyduğu hastalıkların adını anmakla yetinmiştir. Takîyüddîn'in amacının göz hastalıklarını incelemek değil, aksine belirli göz hastalıklarının yol açtığı görme kusurlarını göstermek olduğunu da göz önüne aldığımızda,

²⁰⁵ İbn Sînâ'nın göz ve göz hastalıklarıyla ilgili çalışmaları için bkz., Kahya, Esin, *İbn Sînâ'da Göz ve Göz Hastalıkları*, *İbn Sînâ*, (14 Mart 1984'de Gevher Nesibe Sultan anısına düzenlenen İbn Sînâ Kongresi Tebliğleri) Kayseri, 1984, ss. 121-142; Kahya, Esin, *İslam Dünyasındaki Belli Başlı Oftalmoloji Çalışmaları*, *Uluslararası İbn Türk, Hârezmî, Fârâbî, Beyrunt ve İbn Sînâ Sempozyumu Bildirileri*, (Ankara, 9-12 Eylül 1985), Ankara, 1990, ss. 365-375.

durum kendiliğinden anlaşılır hale gelmektedir. Öte yandan Takîyüddîn'in ayrıntısını vermediği hastalıkların, sadece adlarına dayanarak niteliklerini belirleyebilme olanağına da sahibiz. Çünkü, yukarıda da belirtildiği üzere, örneğin Takîyüddîn'in adını andığı gündüz körlüğü ve gece körlüğü hastalıklarının İbn Sînâ tarafından ayrıntısıyla anlatıldığını, ve gece körlüğünün yine çok geç bir tarihte Avrupa'da William Heberden²⁰⁶ tarafından ele alınıp açıklandığını ve aynı şekilde, Takîyüddîn'in kar körlüğüyle ilgili bilgisinin de yine İbn Sînâ ve diğer bilim adamlarınca ileri sürüldüğünü ve bu konuda daha sonraları ilk ayrıntılı bilgilerin Johann Widmarck (1850-1909) tarafından yapıldığını ve onun kar körlüğünün oluşmasında morötesi ışınların başta olmak üzere Güneşin yoğun ışınlarının rolü olduğunu belirttiğini bilmekteyiz.²⁰⁷

Takîyüddîn'in belirtilerinden söz ettiği ve nisbeten ayrıntı verdiği göz kusuruna gelince. Hayalat adı verilen bu hastalığın niteliği, belirtileri ve yarattığı görme aldanmalarını Takîyüddîn şöyle açıklamaktadır:

Hayalat, yumurtamsı sıvının (rutubet el-beydiye) katışması (bulanıklaşması) sonucu oluşan bir hastalıktır. Eğer bu sıvı saydam halde bulunursa, böyle bir durumda bulunan kimse evreni, aynı zamanda bir mekanı ya da mekanları suyla doluymuş gibi görür. Eğer bu tabaka (sıvı) opak halde bulunuyorsa, böyle bir durumda bulunan kimse cisimleri, renk ve şekillerine bağlı olarak tel tel iplik şeklinde ve sanki sinekler uçuyormuş gibi görür. Benzer bir durum gözün bu tabakasındaki bir yırtılma durumunda da ortaya çıkar ve o kimse sanki gözünde çok sayıda kıl varmış gibi görür ve [böylesi bir durumda] gündüzleyin gözde büyük bir karaltı

²⁰⁶ Kahya, 1984, ss. 128-129.

²⁰⁷ Kahya, 1990, s. 371.

meydana gelir; ve gözü önünde siyah bir silindir görüntüsü oluşur. Bu hayalat kırmızı, sarı, beyaz ya da renge renk renkli bir şey olarak ya da daha pek çok türlü ortaya çıkabilir. Eğer yumurtamsı sıvıda çok sayıda parçacıklar olursa, böyle bir durumda bulunan kimse, ortalama uzaklıkta bulunan tek bir şeyi çokmuş gibi görür.²⁰⁸

Bu hastalık bugün için tek bir hastalık olarak kabul edilmemekte, aksine aqueous sıvı dejenerasyonu olarak tanımlanan ve değişik biçimlerde ortaya çıkan birden çok rahatsızlığı içeren bir hastalık olarak kabul edilmektedir.²⁰⁹ Çalışmasının devamında çeşitli göz aldanmalarını ele almayı sürdüren Taķiyüddin, aynı zamanda algılayanın kendisinden kaynaklanan yanılığara örnek olarak da aşağıdaki ilginç örneği vererek görme optiğiyle ilgili çalışmasını noktalamıştır.

Taķiyüddin'e göre, akışı hızlı olan bir nehrin kenarında oturan bir kimse, suyu durgun; suyun altında bulunanları ise suyun hareketinin tersi bir yönde hareket ediyormuş gibi görür. Eğer bu kimse, aynı hizada birbirine yakın olarak seyreden iki gemiden birisinde bulunuyorsa, su da ister durgun isterse akmakta olsun; bu kimse bu iki gemiyi de hareket etmiyormuş gibi, buna karşılık suyu bunların arasında onların hareket doğrultusunun tersi yönde akıyormuş gibi görür. Eğer bu gemilerin gidiş geliş yönleri farklıysa, bu durumda o kimse içinde bulunduğu gemiyi duruyormuş, diğerini ise, iki hareketin birleşmesinden dolayı, hareket ediyormuş gibi görür. Yine aynı şekilde, bir yıldız, bir dağ ve bir duvar kendisine doğru yaklaşıtkça, hareketin tersi bir yönde hareket ediyormuş gibi görünebilir. Eğer bu görünen cisimden uzaklaşıyorsayorsa, bu durumda da hareket yönünde hareket ediyormuş gibi görünür. Eğer gözlemci sabitse ve kendisiyle Ay arasına örneğin hareket halinde çok

²⁰⁸ Taķiyüddin, çeviri metin, altıncı bölüm, s. 376.

²⁰⁹ Vaughan, Daniel & Asbury, Taylor, *Göz Hastalıkları*, Türkçe baskının editörü, Ünal Bengisu & Fazıl Sezen, üçüncü bölüm, bu bölümü çeviren, Ünal Bengisu, İstanbul, 1978, ss. 18-19.

ince bir bulut girerse, bu durumda o kimse Ayı bulutun hareket yönünün tersi bir yönde hareket ediyor, bulutuda duruyormuş gibi görür. Yakında bulunan görünür şeylerde bu durumun nedeni hareket edenin tedrici olarak hareketin tersi bir yönde hareket ediyormuş gibi algılanması ve arzedilenle arzedenin bir gaflet sonucu birbirine karıştırılmasıdır. Uzakta bulunan görünür şeylerde bu durumun nedeni ise, yakında bulunanın hareketiyle kıyaslandığında, uzaktakinin hareket yönünde hareket ediyormuş gibi algılanmasıdır.²¹⁰

Bu son alıntı bize Taķiyüddîn'in görme aldanmaları konusunda, yalnızca gözün yapısı, niteliği ve bilinen perspektif kurallarını değil, aynı zamanda psikolojik faktörleri de dikkate aldığını göstermesi bakımından ilginçtir. Çünkü konuya olan yaklaşımı, çağdaş psikolojide algı aldanmaları, ya da algı kusurları konusuna olan yaklaşımla benzerlik taşımaktadır.

Öte yandan Taķiyüddîn'in görme kusurlarıyla ilgili olarak burada sunduğu on ayrı durum çok daha ayrıntılı olarak İbn el-Heysem tarafından ele alınmıştır.²¹¹ İbn el-Heysem'in ele aldığı görme kusurları Taķiyüddîn'den farklı olarak sekiz tanedir. Bunlar uzaklık, konum, ışık, büyüklük, opaklık, saydamlık, süre ve gözün durumudur.

Burada dikkat edilirse Taķiyüddîn'in İbn el-Heysem'den farklı olarak saydığı etmen algılayanın kendisinden kaynaklanan kusurlardır. Bu oldukça önemlidir. Çünkü Taķiyüddîn'in de çok açık olarak belirttiği üzere, eğer algılayan algılanana yöneldiğinde gaflet, dalgınlık ya da

²¹⁰ Taķiyüddîn, altıncı bölüm, çeviri metin, s. 384.

²¹¹ İbn el-Heysem, III. kitap, 7. bölüm, 1989, ss. 277-367.

uykulu olma gibi bir durum içindeyse, kuşkusuz ki çevresinde olup biten, daha doğrusu gözünün önünde meydana gelen pek çok olayı farketmeyecektir. İşte bu da yukarıda belirttiğimiz gibi algıda diğer etmenler kadar algılayanın psikolojik durumunun da önem taşıdığı gerçeğini ortaya koymaktadır. İşte Taqîyüddîn bu gerçeğin farkına varmış ve algılama sürecinde algılayanın psikolojik durumunu da sürece katmıştır.



İKİNCİ BÖLÜM

**TAKİYÜDDİN'İN İKİNCİ KİTABININ
ANALİZİ :
YANSIMAYLA OLUŞAN
GÖRÜNTÜLERİN AÇIKLANMASI
[CATOPTRICS]**

I. TARİHSEL ARKA-PLÂN

I.1. GİRİŞ

Işığın aynalarda uğradığı değişimleri ve buna bağlı olarak ortaya çıkan görüntülerle, bu görüntülerin algılanmasında ortaya çıkan kusurlarının incelendiği catoptrics, optiğin, gelişmesini erken tamamlayan dallarından biridir. Nitekim Romalıların Sirakuza'yı (Syracuse) kuşattıklarında, Archimedes (m.ö. 287-212)'in, doğduğu bu kenti savunmak için, çukur aynaların ışınları bir noktada toplama özelliğinden yararlanmak yoluyla, kenti ele geçirmek için yanaşan gemileri yaktığı, çok bilinen tarihsel bir olaydır.²¹² Gerçekte yansımayla ilgili ilk çalışmaların, spekülatif biçimde de olsa, çok daha gerilerden Çinliler²¹³ tarafından gerçekleştirildiği de bilinmektedir. Buna karşılık, konunun kuramsal olarak ve derli toplu bir şekilde ilk anlatımını ise Euclid'de bulmaktayız. Nitekim, Euclid, catoptrics üzerine yaptığı açıklamalarda küresel bir aynanın odağında söz etmekte ve 30. teoreminde de çukur aynaların üzerlerine düşen ışınları bir noktaya odakladığını ve bu odaklanmanın da yanmaya neden olduğunu

²¹² Cajori, Florian, *A History of Physics*, New York, 1929, s. 9.

²¹³ Sayılı, Aydın, "The Aristotelian Explanation of the Rainbow", *Isis*, 30, 1939, ss. 82-83.

belirtmektedir.²¹⁴ Yine onun çalışmasının bir başka dikkat çekici yönü ise 19. önermede yansımanın birinci temel kuralını tam olarak formüle etmiş olmasıdır: düz bir aynaya gelen ışın, geliş açısına eşit bir açıyla yansır.²¹⁵ Ancak ne yazık ki, Euclid bu kuralın kanıtlamasını vermemiş ve yalnızca belirtmekle yetinmiştir. Bu yönüyle büyük bir eksiklik içeren Euclid'in bu çalışmasından sonra, catoptrics'te, Antikçağ'daki asıl büyük çıkış, yaptığı teknik çalışmalarla bilim tarihinde önemli bir yer edinen ve **İskenderiye Mekanik Okulu'nun** son temsilcisi olan Heron tarafından yapılmıştır.

²¹⁴ Cajori, s. 10.

²¹⁵ Cohen, M.R. & Drabkin, I.E., *A Source Book in Greek Science*, 1966, ss.

I.2. ANTİKÇAĞ'DAKİ DURUM

a) Heron (M.S. 62):

M.S. 62 yıllarında bilimsel etkinliklerde bulunduğu bilinen İskenderiye'li Heron, geometrik optikte önemli bir adımı temsil eder. Kendisi *catoptrics* üzerinde çalışmıştır ve yapıtına de *Catoptrics* adını vermiştir. Bu yapıtında o küresel, düz, çukur ve tümsek aynalarda oluşan görüntüleri incelemiştir. Bizim için asıl önemli yönü de, yansıma durumunda gelen ışığın aynayla yaptığı açının, yansıyan ışığın aynayla yaptığı açıya eşit olduğunu belirten ve Euclid tarafından sadece ifade edilmekle yetinilen yansımanın birinci temel kuralını, kanıtlamasıdır.

Kanıtlamasında, katı nesnelere bir yere çarpıp geri gelmeleri, yani mekanik yansıma analogilerine sıklıkla başvuran Heron'a göre, bir taş, tahta ya da duvar gibi katı bir yüzeye fırlatıldığında, yüzeyin katılığından dolayı geri döner. Oysa, yün ya da benzeri yumuşak yüzeylerde ise geri dönmez. İşte gözlerimizin yaydığı ışık da parlak nesnelere çarptığında, benzer şekilde geri dönecektir. Oysa aynı ışınlar ötesini gördüğümüz nesnelere düşseydi, bu yüzeylerin gözenekli olması nedeniyle geri dönmeyecek, ötesine geçecekti. Bu nedenle böylesi (saydam)

yüzeyler ışığı yansıtımazlar, veya kısmen yansıtırlar. Bu nedenle de buralarda oluşan görüntüler mükemmel olmaz.²¹⁶

Gözışınlarına inandığı anlaşılan Heron'un açıklamalarındaki diğer bir ilgi çekici yön de, onun ışınların değişmez bir hızla hareket etmeleri için doğrusal çizgilerde yol almak zorunda olduklarını söylemesidir. Çünkü ona göre, *hareketteki nesne itme kuvvetinden dolayı, mümkün olan en kısa mesafe üzerinde hareket etmeye uğraşır. Çünkü daha yavaş hareket etmek için zamanı yoktur; itme kuvveti böyle bir gecikmeye izin vermez ve hızından dolayı nesne en kısa yol üzerinde hareket etmeye eğilimlidir. Çünkü aynı noktada son bulan tüm hatların en kısası düz hattır.*²¹⁷ Tıpkı bunun gibi, parlak nesnelere üzerine düşen ışınlar da yansımaya uğrarlar ve bu yansıma durumunda geliş ve yansıma açıları, bütün aynalarda, eşittir; ve ışın daima en kısa yoldan yansır.

Heron bu açıklamalarını geometrik çizimleme yoluyla şöyle kanıtlar: Şekil 16'da AB → ayna; G → göz; D → nesne; GA → gelen ışın; AD → yansıyan ışın olsun. Bu durumda oluşan EAG, geliş açısı = BAD, yansıma açısı. Heron'a göre bu açıları oluşturan ışının izlediği yol en kısa yoldur. Başka bir deyişle, ışının bu yolla değil de, örneğin, bir GB, BD yolunu izleyerek gelseydi bu yolun toplamı daima asıl yoldan daha kısa olurdu. Yani, $GA+AD < GB+BD$ 'dir. Nitekim aynada oluşan görüntü konumunun çizilmesiyle bu gösterilebilir. Bu konumda nesnenin görüntüsü, ayna yüzeyine çizilen dikmenin GEZ, nesneden gelen çizgiyle DAZ, kesiştiği noktada Z, olur. Aynı şekilde eğer, ışın GB+BD

²¹⁶ Cohen & Drabkin, ss. 263-264.

²¹⁷ Cohen & Drabkin, s. 263.

yolunu izleseydi, bu kez görüntü GEZ'yle, DBZ'nin kesiştiği noktada olurdu.

Bu durumda oluşan;

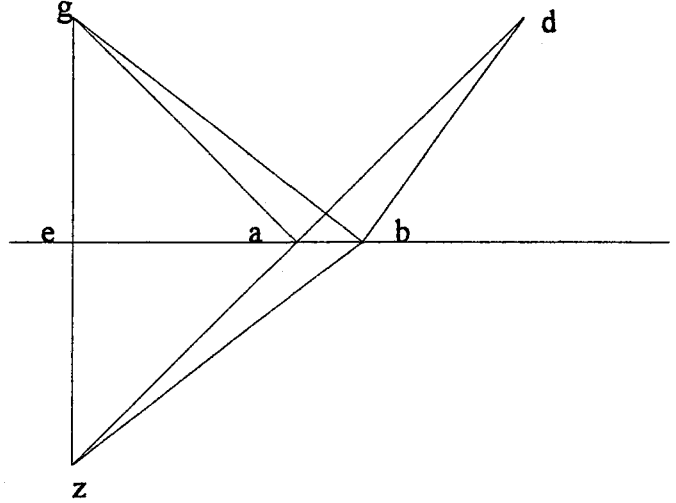
$$\angle BAD = \angle EAG$$

$$\angle ZAE = \angle BAD$$

$$\angle ZAE = \angle EAG$$

olduğu çıkarılabilir.

$AG = ZA$, ve $ZB = BG$ 'dir. Ancak, $ZD < ZB + BD$ 'dir. Bu yüzden,



Şekil 16 : Heron'un Yansıma Kanunu kanıtlaması.

$$GA + AD < GB + BD$$

$$\angle EAG = \angle BAD \text{ ve } \angle EBG = \angle EAG \text{ olduğundan,}$$

$$\angle HBD > \angle BAD \text{ olur. Bundan dolayı,}$$

$$\angle HBD > \angle EBG \text{ 'dir.}$$

Gerçekte Heron bu sonuca **tabiat boş yere hiçbir şey yapmaz**, başka bir deyişle, **tabiat gereksiz işlerden sakınır**, yaygın yargısına dayanarak ulaşmıştır. Bu yargı bilim tarihinde **en az yol ilkesi** olarak bilinir.²¹⁸

²¹⁸ Cohen & Drabkin, ss. 264-265; Sabra, A.I., *Theories of Light from Descartes to Newton*, London, 1967, s. 71.

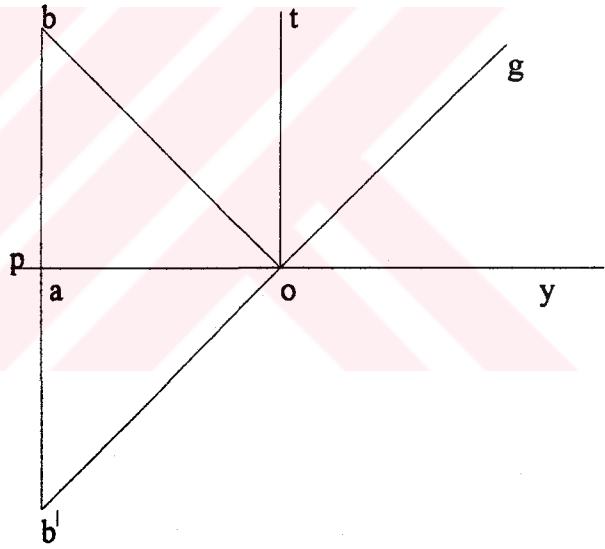
Heron'un bu başarılı çalışmasıyla, yansıma optiği oldukça önemli bir aşama kaydetmiştir. Ancak konuyu tüketici bir biçimde ve bütün boyutlarıyla ilk ele alma denemesini yapan Batlamyus olmuştur.

b) Batlamyus:

Batlamyus'un **catoptrics** çalışmasının asıl dikkat çekici yönü, yaptığı ayrıntılı ayna deneyleri ve bu konu için ileri sürdüğü prensiplerdir.

Batlamyus'a göre, aynalarda ışının uğradığı değişimleri ve görüntü oluşumunu açıklamak için üç prensip gereklidir:

1) Aynalarda görünen nesnelere, gözün konumuna bağlı olarak, aynadan nesneye yansıyan görsel ışın yönünde görünür.



Şekil 17 : Batlamyus'a göre Yansıma Geometrisi.

2) Aynadaki görüntüler nesneden ayna yüzeyine çizilen dikme yönünde ortaya çıkarlar.

3) Gözden aynaya ve aynadan nesneye yansıyan ışın bir tek yansıma noktası içerir ve o noktada aynaya olan dik ile eşit açılar yaparlar.²¹⁹

Bu prensipleri çizim ile gösterirsek, şekil 17'yi elde ederiz.

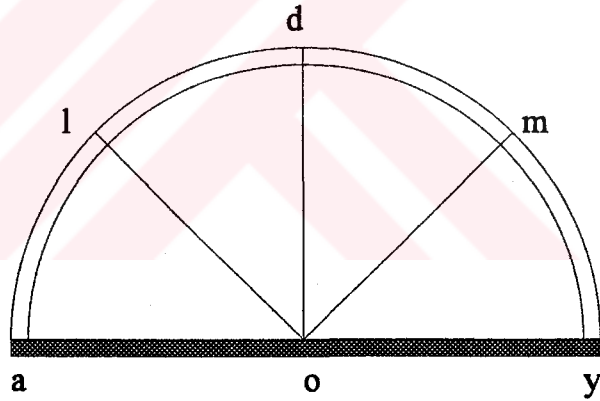
Buna göre, AY → ayna, G → göz, B → nesne, B' → görüntü, O → ışının aynada yansıdığı nokta, TO → Normal'dir.

Bu durumda yukarıdaki üç prensip şöyle formüle edilebilir:

- 1) B', GO üzerinde uzar.
- 2) B', ayna yüzeyine olan dikmenin yani BP'nin uzantısındadır.
- 3) $\angle BOT = \angle GOT$

Görüldüğü gibi, bu üçüncü prensip yansıma kanunudur. Batlamyus bu üç prensibi de kanıtlamıştır. Ancak ilk ikisini kuramsal, üçüncüsünü ise deneysel olarak ele almıştır. Buna göre,

1. Aynalarda görüntülerin ortaya çıktığı yüzeydeki noktaları işaretlersek ve o noktaları örtesek, görüntü ortadan kalkar. Eğer sırasıyla bu noktaları açar ve bakışımızı bu açılan noktalara



Şekil 18 : Batlamyus'un Yansıma Kanununu kanıtlamakta kullandığı dereceli disk.

²¹⁹ Cohen & Drabkin, s. 269.

yöneltirsek, söz konusu bu noktaların görsel ışın yönünde görüldüğünü gözlemleyebiliriz.

2.Eğer ayna yüzeyine dik olarak, uzun düz nesnelere koyup, ve belirli bir uzaklığa yerleşirsek, bu nesnelere görüntülerinin ve aynanın dışındaymış gibi görünen asıllarının tek bir doğrusal çizgi üzerinde yer aldıklarını görebiliriz.

Bu her iki durumda da nesnenin görüntüsü aynada görsel ışının ve nesneden aynaya çizilen dikmenin kesiştiği noktada ortaya çıkar. Bu hatlar kesişmeleri sebebiyle aynı düzlemedirler ve bu düzlem ayna yüzeyine diktir. Çünkü yukarıda adı geçen hatlardan biri ayna yüzeyine diktir.²²⁰

Batlamyus'un üçüncü prensibi kanıtlanması ise şöyledir: Ayna yüzeyine gelen ışının eşit bir açıyla yansıdığını gösterebilmek için öncelikle üzeri derecelenmiş ve tabanına düz bir ayna yerleştirilmiş bakır bir levha (şekil 18) alıyor. Bu levhanın üzerinde belirli bir açıyla, bir ışını ayna yüzeyine gönderip, yansıdığı dereceyi belirliyor. Görüyor ki, dereceler eşit. Demek ki ışın aynaya geldiği açıya eşit bir açıyla yansımaktadır. Yani LOD açısı eşittir MOD açısına. Batlamyus bu deneyini küresel, parabolik bütün aynalar için tekrarlayarak, ulaştığı sonucun doğru olduğunu belirliyor.²²¹

Ancak Batlamyus bu kanıtlamaya girişmezden önce konuyla ilgili olarak bazı belirlemelerde bulunuyor. Buna göre, *ayna yüzeyine dik olarak*

²²⁰ Cohen & Drabkin, s. 269.

²²¹ Cohen & Drabkin, s. 270-271.

düşen bir ışın aynı doğrultuda geri döner. Oysa yüzeye teğet olarak gelen ışın sapma olmaksızın hareketini sürdürür. Bu iki uç durum arasında yüzeye eğimli olarak gelen bir ışın gelmeye simetrik bir biçimde yansır. Bu durumda yansıma açısı gelme açısına eşittir.²²²

Batlamyus'un ulaştığı bu sonuç, yansıma kanununu deneysel olarak kanıtlarken, aynı zamanda yansıma optiğini de Antikçağ'da çok yüksek bir düzeye ulaştırmıştır.



²²² Sabra, 1967, s. 71.

I.3. İSLÂM DÜNYASI

Görüldüğü gibi, Yansıma optiğinin, gelişmesini erken tamamlayan bir dal olması nedeniyle, konuyla ilgili pek çok problem İslâm öncesi dönemde Antikçağ'da çözümlenebilmiştir. Örneğin yansımanın temel iki kanunu da bu dönemde formüle edilmiştir. Ulaşılan bu düzey İslâm dünyası'nda da korunmuş ve İbn el-Heysem'in konuya getirdiği yepyeni bir bakış açısıyla doruğa ulaştırılmıştır.

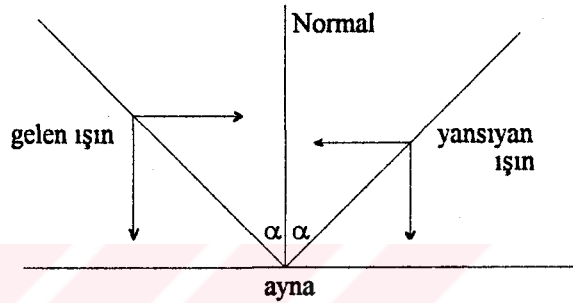
a) İbn el-Heysem:

Kitab el-Mendzır'ın 4., 5. ve 6. kitaplarını yansıma (catoptrics) konusuna ayırmış olan İbn el-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.

Bilindiği gibi, yansımanın birinci temel kanunu, yansıma durumunda geliş ve yansıma açılarının (şekil 19'daki α açıları) eşit olduğunu belirtir. İşte İbn el-Heysem bu kanunun kanıtlamasını, Heron

ve Batlamyus'un getirdikleri yaklaşımlarını dışında, çok farklı bir yaklaşımla ele almıştır. İzlediği yöntem bugün için **hızlar dörtgeni** adı verilen, ve gelen ve yansıyan ışına etki ettiği düşünülen kuvvetleri ya da bileşenleri göz önüne alan bir yöntemdir. Bu tür bir yaklaşımla İbn el-Heyssem, konuyu geometrik yoldan, ancak nedensel olarak ele almayı başarmıştır.

Ona göre, ışık çok yüksek bir hızla hareket eder; ve ayna yüzeyine ulaştığında da, ne orada durabilir, ne de yüzeye nüfuz edebilir; dolayısıyla hâlâ orijinal hareketin yapı ve gücüne sahip olduğundan, ayna ışığı aynı eğim derecesiyle yansıtacaktır.²²³



Şekil 19 : İbn el-Heyssem'in Yansıma Kanunu kanıtlanması

İbn el-Heyssem bu nedensel açıklamasına dayanak oluşturacak temel savı ise Batlamyus'dan almıştır. Yani ona göre de, yansıma durumunda üç temel hareket söz konusudur. Bunlardan birincisi, ışığın ayna yüzeyine dik olarak; ikincisi teğet olarak ve üçüncüsü de bu iki uç durum arasında, yüzeye her hangi bir açıyla gelmesi durumudur. Birinci durumda ışık geldiği doğrultuda geri yansır; ikinci durumda hiçbir

²²³ Ronchi, s. 55; Grant, s. 418; Sabra, 1967, ss. 72-73.

değişime uğramadan yoluna devam eder; ve üçüncü durumda da geliş açısına eşit bir açıyla yansır.²²⁴

Böylece yansıma durumunda oluşan açıların neden eşit olduğunun gerekçesini veren İbn el-Heysem, bu noktadan sonra asıl özgün açıklamasını oluşturur. Ona göre, ışık eşit açıyla yansımaktadır; çünkü, eğik geliş hareketi ve aynanın direnci doğrudan doğruya zıt değıllerdir; ve böyle bir durumda düşme hareketi biri dik, diğeri de yüzeye paralel olan iki kısımdan oluşur. Ayna yüzeyi birincisini engellediğı, diğeri engellemediğı için açılar eşit kalır. Çünkü yansıyan hareket, yani tersine çevrilmiş dik kısım ve değışmeden kalan paralel kısmın bileşimi, bu iki hattın düzleminde olacaktır. Yani, Normal ile geliş açısına eşit bir açı yapacaktır.²²⁵ (Şekil 19'da bu hareket gösterilmiştir.)

İbn el-Heysem'in getirdiğı bu kanıtlama biçimi o zaman için ilk kez gerçekleştiriliyor olması bakımından çok önemlidir.

İbn el-Heysem'in yansıma konusundaki ikinci bir başarısı da küresel sapınçla ilgilidir. O çukur bir aynada bütün ışınların tek bir noktada toplandığını, bundan dolayı da bu tür aynaların ince kenarlı merceklerde olduğu gibi yakama özelliğine sahip oldukalarını belirtmiştir.

Yarım küreden daha küçük çukur bir aynayı Güneşin tam karşısına, yani ayna eksenini uzatıldığında Güneşin merkezinden geçecek

²²⁴ Grant, s. 418; Sabra, 1976, s. 75.

²²⁵ Grant, s. 418; Sabra, 1967, s. 75.

şekilde yerleştirildiğinde, Güneşten çıkan ışınlar bu eksene paralel olarak aynaya gelir ve eksen üzerindeki bir noktaya yansır.

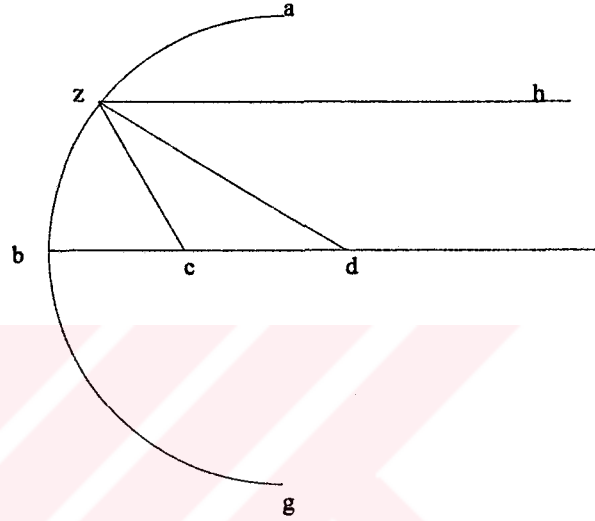
Böyle bir ayna alalım. DB bu aynanın eksenini, D kavislilik merkezi, Z ayna yüzeyindeki bir nokta ve HZ de Güneşten yayılan ve eksene paralel gelen bir ışın olsun (şekil 20).

İbn el-Heysem'in temel savı, bu HZ ışının eksen üzerindeki bir noktaya örneğin C noktasına yansıyacağıdır.

Kanıtlama:

DZ doğrusunun D ve Z noktalarını birleştirdiğini varsayalım. HZ, ZD ve DB doğruları bir düzlemde uzamaktadırlar. Bu düzlemin küreyi kestiğini varsayalım.

Böylece ayna yüzeyinde çapı DB ve merkezi D olan bir yay meydana gelir. Bu yayı ABG yayı diyelim. HZD açısına eşit bir açıyla ZC doğrusunu çizelim. Bu durumda ABG yayı yarım daireden ve BZ yayı da çeyrek yaydan daha küçük olacaktır. Öyleyse ZDC açısı 90° 'den küçük olur. HZ // DC'dir. Bu durumda HZD açısı da 90° 'den küçük olacaktır. HZD açısı = DZC açısı $\angle 90^\circ$ olduğuna göre, ZC doğrusu ile DB, C noktasında kesişeceklerdir. Benzer şekilde, eksene paralel olarak gelen



Şekil 20 : İbn el-Heysem'e göre Küresel Sapınç.

ve ayna yüzeyindeki bir noktada son bulan her ışın eksene yansıyacaktır.²²⁶

b) Kemâlüddîn el-Fârîsî

İslâm dünyası'nda konuyla ilgili olarak üzerinde durulması gereken bir diğer bilim adamı da, İbn el-Heysem'in *Kitab el-Menâzır*'ı üzerine ayrıntılı bir yorum olan *Tenkih el-Menâzır*'ı yazan Kemâlüddîn el-Fârîsî'dir.

Kemâlüddîn el-Fârîsî *catoptrics*'e kitabının birinci cildinin dördüncü bölümünü ayırmıştır. Burada o çok kısa bir giriş yaptıktan sonra, konuyla ilgili olarak şunları yazar:

Gözün aynada algıladığı nesnenin ikincil suretleri, doğrudan görmede algıladığı suretler gibi değildir. Çünkü göz doğrudan görmede, nesneyle karşı karşıya bulunduğu her konumda nesneyi doğrudan algılamakta, yansıma da ise belirli konumlarda algılar.²²⁷ ... Doğrudan görmede göz nesneyi o nesneden kendisine gelen ışıkla algılar. Aynı şey yansımayla oluşan görme içinde geçerlidir. Eğer nesnenin sureti yansımayla göze gelirse, göz onu algılar.²²⁸

²²⁶ Nasr, Seyyed Hossein, *Science and Civilisation in Islam*, Cambridge, Mass., 1968, ss. 131-132; Seyyid Hüseyin Nasr, *İslam'da Bilim ve Medeniyet*, çev. Nabi Avcı, Kasım Turhan, Ahmet Ünal, İstanbul, 1991, ss. 134-135.

²²⁷ Kemalüddîn el-Fârîsî, c. 1, s. 384.

²²⁸ Kemalüddîn el-Fârîsî, c. 1, s. 387.

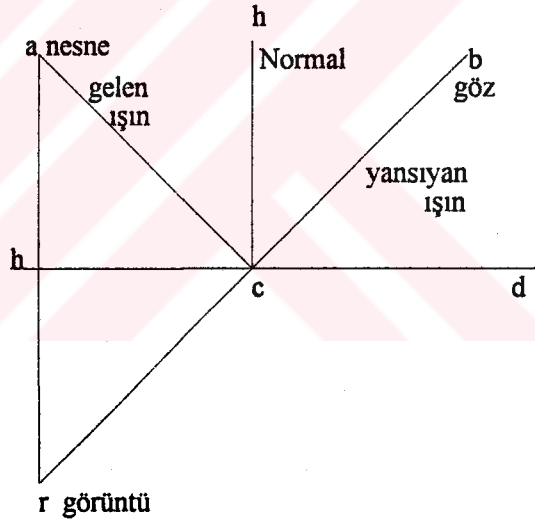
Kemâlüddîn el-Fârîsî, kitabının birinci cildinin beşinci bölümünde ise yansımaya bağlı olarak oluşan algının nitelikleri üzerinde durur. Burada savunduğu temel fikirler şunlardır:

Bilindiği gibi, ışıklı nesnelerin her bir noktasında, karşısında bulunan bütün yönlere doğru yayıldığı açıklanmıştır. Eğer bu yayılan ışıklar parlak bir yüzeye ulaşırlarsa, yansımaya özgü çizgilerle yansır; ve bu durumda tepesi o nesnede [ışıklı nesnede] ve tabanı da ayna yüzeyinde olan bir koni oluşur. Daha sonra bu yüzeyden çıkan ışık da çevresindeki diğer nesnelere ulaşır. Eğer düştüğü yerde opak bir nesne varsa, o nesneyi de aydınlatmış olur; ve onun yüzeyine düşen bu ışık da yansır. Ancak bu yansıyan ışık opak nesnenin rengini de taşır. ... Yansımaya bağlı olarak ortaya çıkan görme de, yansıyan bu ışınlarla göze gelen suretlerle oluşur. ... Işıklı nesneden çıkan ışığın koni oluşturması gibi, yansıyan ışık da koni oluşturur.²²⁹

Bu alıntıda dikkat çeken en önemli yön, Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin, yansımaya ortaya çıkan görmenin de geometrik çizimle yoluyla gösterilebileceğini ve ışığın ard arda defalarca yansımaya uğratılabileceğini savlamasıdır.

Bu sav, özgün olmamakla birlikte, İslâm dünyası'nda

başlatılan seviyeli çalışmaların hâlâ bütün canlılığı ve görkemiyle devam etmekte olduğunu göstermesi bakımından oldukça önemlidir.



Şekil 21: Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin düzlem aynada yansımaya Kanununu kanıtlaması

²²⁹ Kemalüddîn el-Fârîsî, c. 1, ss. 387-389.

Daha sonra Kemâlüddîn el-Fârîsî, dâz, çukur, tümsek, çukur silindirik, tümsek silindirik, çukur konik ve tümsek konik aynalarda [7 tane], yansımayı uygulamalı olarak ele almış ve görüntü oluşumlarını, her ayna için ayrı ayrı, çizimle göstermiştir. Onun düzlem aynada sunduğu kanıtlama şöyledir:

DCH→yansıma kesiti, (ayna)

B→göz

HC→Normal

A→nesne

R→A'nın görüntüsü

CH \perp DCH, AH \perp H, RH \perp H, AH \perp RH'dir.

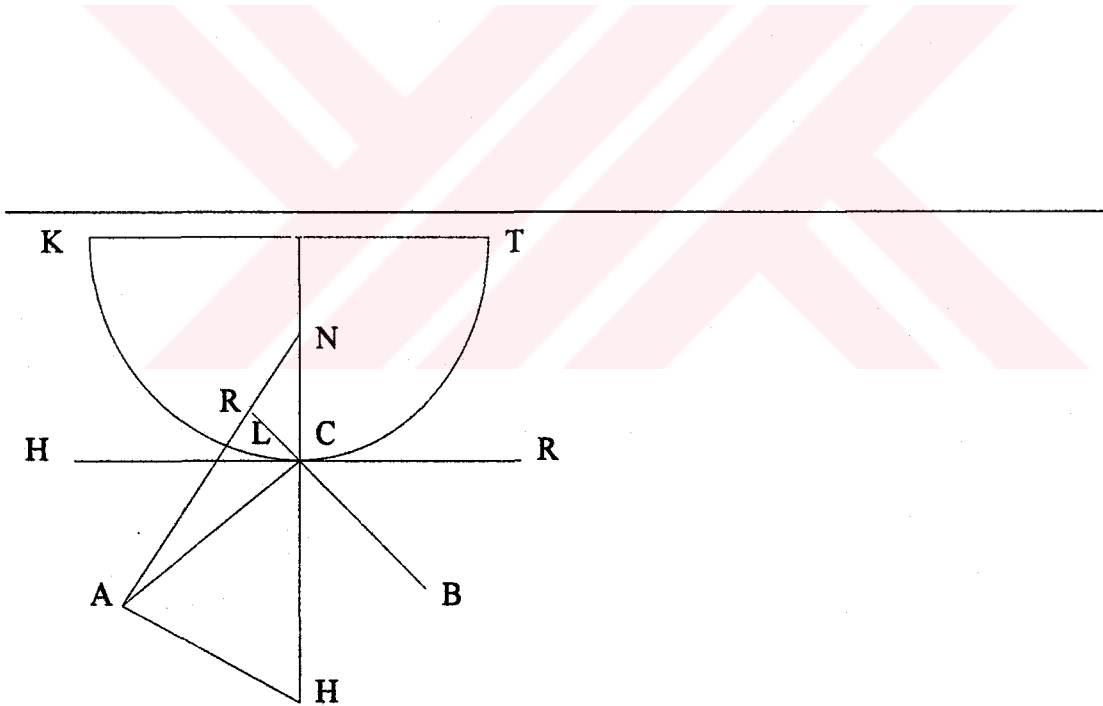
$$\angle BCH = \angle ACHAC // CR$$

$$\angle BCD = \angle ACHCH // AH$$

Kemâlüddîn el-Fârîsî'ye göre, A'dan C'ye yani yansıma noktasına gelen ışın [AC], oradan geldiği açıya eşit bir açıyla yansır [CB]. A'nın görüntüsü de R'de ortaya çıkar. Çünkü, düzlem aynada görüntü düz, aslına eşit ve aynanın içine gömülmüş gibi görünür. Yani görüntü, yansıyan ışın çizgisinin aynanın içine doğru uzatılması ve onu gözden gelen çizginin kestiği noktada ortaya çıkar. Görüntü asla BC doğrusunun dışında olamaz.²³⁰

²³⁰ Kemalüddîn el-Fârîsî, bu kanıtlamayı, örneğin tümsek ayna için gerçekleştirirken de, aynı kuralın, yani görüntünün gözden aynaya çizilen dikme üzerinde olduğunu belirtmektedir. Bkz. Kemalüddîn el-Fârîsî, c. 1, s. 441. Verdiği çizim şöyledir:

Bütün bunlardan çıkarılabilecek sonuç şudur: Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin verdiği bilgilerin tümü doğrudur ve hemen hepsi kendisinden önce Antikçağ'da ve İslâm dünyası'nda ortaya konulmuş bilgilerdir. Ancak anlatım çok büyük oranda ayrıntı kazanmıştır. Örneğin her aynada yansıma kanunu ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Fakat tamamıyla yeni olan bir katkı söz konusu değildir. Bu da çok doğal görünmektedir. Çünkü, başlangıçta da belirtildiği gibi, yansıma optiği çok kolay ve çabuk gelişen bir optik dalıdır ve bu nedenle gelişmesini erken tamamlayabilmiştir. Nitekim daha sonraki dönemlerde batı dünyasında ortaya konulan gelişmeler incelendiğinde de bu açıkça görülebilir.



Şekil 22 : Kemalüddîn el-Fârîsî'nin tümsek aynada yansıma kanununu kanıtlaması

Verdiği bu çizime dayanarak bunu kanıtlamak olanaklıdır. Burada, A → nesne, B → göz, C → yansıma noktasıdır. A'dan gelen ışın, C noktasında ayna yüzüne düşecek ve yansıma kanunu gereği B'ye, yani göze yansacaktır. A'nın görüntüsü de gözden ayna yüzüne çizilen dikmeyi, nesneden ayna yüzüne indirilen dikmenin kestiği noktada, yani R'de ortaya çıkacaktır.

I.4. BATI DÜNYASI

13. yüzyıldan önceki dönemde batıda optik bilgiler çok sınırlıydı ve yapılan çalışmalar daha çok ansiklopedik nitelikteydi. 13. yüzyıldaki en önemli çalışma ise Robert Grosseteste'nin çalışmasıdır. Ancak bu çalışma daha çok metafizik tabanlı ve mistik görünümlü olması nedeniyle, Antik Yunanda ve İslâm dünyası'nda yansıma konusunda elde edilen görkemli çalışmaları anımsatacak düzeyde değildi. Bunun en önemli nedeni henüz bu dönemde Antik Yunan ve İslâm dünyası'nın en önemli kaynaklarının yeterince bilinmiyor olmasıydı. Nitekim yansıma konusundaki asıl dikkat çekici çalışmalar da yine İbn el-Heysem'in *Kitab el-Menâzır*'nın latince çevirisinin yaygınlık kazanmasıyla başlamıştır.

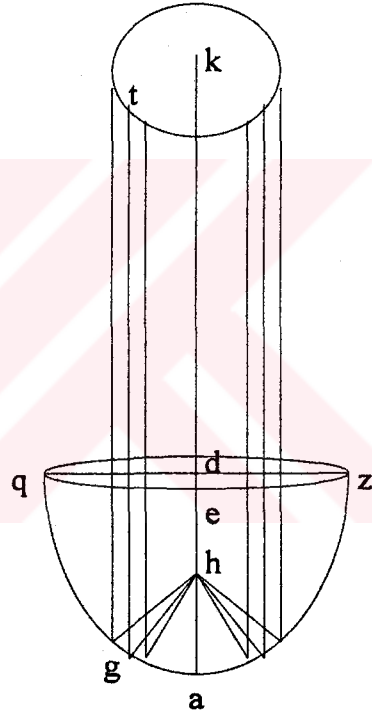
Başlayan bu canlanma hareketiyle birlikte önemli çalışmalar yapılmışsa da, bu dönemdeki yapıtlarda konuların ele alınış tarzından ulaşılan sonuçlara varıncaya kadar her şey yine de *Kitab el-Menâzır*'da sunulanlarla sınırlı kalmıştır. Burada yapıtları özellikle ya doğrudan doğruya ya da dolaylı olarak İbn el-Heysem'e dayanan Witelo ve John Pecham'dan söz edeceğiz.

a) Witelo

Witelo yansımada tıpkı Heron'da olduğu gibi **en az yol ilkesini** temele koyar ve bir ayna aracılığıyla görünen her şeyin göz tarafından mümkün olan en kısa yol ile algılandığını belirtir.²³¹

Witelo aynı zamanda küresel sapınç konusuyla da ilgilenmiştir. Konuyla ilgili verdiği açıklama şöyledir:

Parabol kesiti şeklindeki çukur bir ayna, eksen noktası doğrudan doğruya Güneşe yönelik olacak şekilde, Güneşin karşısına yerleştirilirse, bu durumda bütün ışınlar eksene paralel olurlar. Aynaya düşen bu ışınlar eksen üzerindeki bir noktaya yansır. Bundan açığa çıkan şudur: Bu tür ayna yüzeyleri aracılığıyla ateş yakmak olanaklıdır (şekil 23).²³²



Şekil 23 : Witelo'ya göre Küresel sapınç.

Her şeyiyle İbn el-Heysem'den alındığı anlaşılan bu çalışmada yeni bir anlatıma rastlanmadığı açıkça görünmektedir.

²³¹ Grant, s. 419.

²³² Grant, s. 417.

b) John Pecham

Perspectiva Communis adlı yapıtının ikinci bölümünü yansımaya ayıran Pecham, burada bir dizi temel kural ileri sürmüştür. Bunlardan bazıları şunlardır:

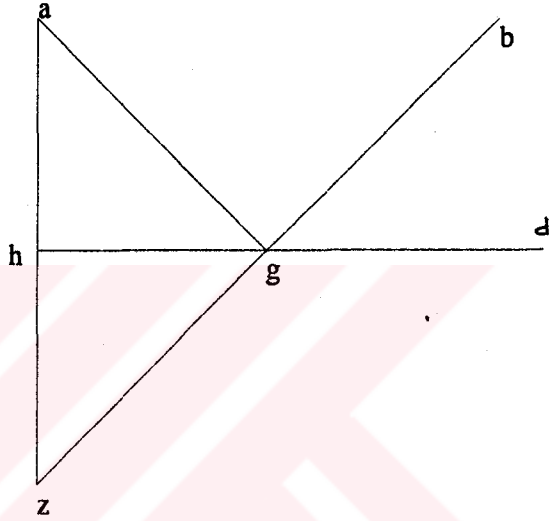
- 1) Yansıyan ışık ya da renk doğrusal yayılımdakinden daha zayıftır.
- 2) Geliş ve yansıma açıları eşittir. Gelen ve yansıyan ışınlarla yansıma noktasındaki dikme (Normal) aynı düzlemde bulunur.
- 3) Yansıma durumunda iki piramid oluşur. Birisi gelen ışığın diğeri de yansıyan ışığın oluşturduğu piramiddir.
- 4) Ayna yüzeyine dik olarak düşen ışın kendi üzerine yansır.
- 5) Düzlem aynada görüntü tektir.
- 6) Düzlem aynada nesnenin gerçek biçimi ve büyüklüğü görünür.
- 7) Tümsek küresel aynalarda görüntüler genellikle aslından küçük görünürler.
- 8) Çukur küresel aynalarda nesnelere bazen aslına eşit, bazen büyük bazen de daha küçük görünürler.
- 9) Güneşin karşısına yerleştirilen çukur aynayla ateş yakılabilir.²³³

Yukarıda sıralanan bu kurallar tamamen doğrudur ve tümü daha önce Batlamyus, İbn el-Heysem ve Kemâlüddîn el-Fârîsî tarafından

²³³ Pecham, *Perspectiva Communis*, ss. 157- 211.

ayrıntılı olarak incelenmiş konulardır. Bu bakımdan doğal olarak hiçbir yenilik içermemektedirler. Ancak onun 27. önermede verdiği düzlem bir aynada yansıma noktasının nasıl bulunacağını gösteren açıklamasını, yansıma kanununa dolaylı yoldan ancak değişik bir yaklaşım olduğu için buraya alıyoruz.

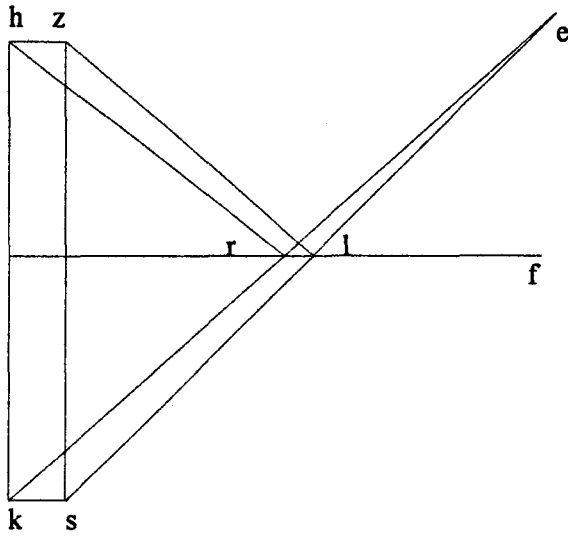
Şekil 24'de A görünür bir nokta, B göz merkezi ve DGH de ayna olsun. A noktasından ayna yüzeyine AH dikini çikalım ve onu Z'ye kadar uzatalım. Aynanın G noktasından geçecek şekilde BZ doğrusunu çizelim. İşte bu G noktası yansıma noktasıdır. Böylece AG ışını çizilebilir. ZGH ve DGB açıları ters açılar olması dolayısıyla eşittirler. Aynı şekilde ZGH ve HGA açıları da, HZG ve HGA üçgenlerinin eşitliğinden dolayı eşittirler. Sonuç olarak HGA ve DGB açıları eşittir ve yansıma da ancak G noktasında meydana gelir.²³⁴



Şekil 24 : Pecham'ın Yansıma Kanunu kanıtlaması

Pecham aynı zamanda düzlem aynalarda nesnelerin gerçekteki biçimleri ve büyüklükleriyle görüneceğinin kanıtlamasını da yapmıştır. Buna göre, şekil 25'de FLR düzlem bir ayna, ZH nesne, ZL ve HR de göze yansıyan ışınlar olsun. H ve Z noktalarından HK ve ZS diklerini

²³⁴ Pecham, *Perspectiva Communis*, s. 179.



Şekil 25 : Pecham'a göre düzlem aynada görüntü oluşumu.

çizelim. Bu diklerin birbirine paralel olması nedeniyle, bunların uçlarındaki görüntü de aslına eşit büyüklükte olacaktır. Biçim de aynı görünecektir. Çünkü aynanın üstünde görünen nesnenin her bir parçası aynanın içinde de aynı şekilde görünecektir.²³⁵

²³⁵ Pecham, *Perspectiva Communis*, s. 181.

**II. TAQÎYÜDDÎN'İN İKİNCİ KİTABININ
YORUMU : YANSIMA**

II.1. GİRİŞ BÖLÜMÜ

Yapıtının ikinci kısmını (mirşad) parlak bir yüzey aracılığıyla doğrusal olmayan bir düzlemdeki nesnenin görünüşünün incelenmesinin ele alındığı yansıma konusuna ayıran Taķiyüddîn, bu kısmın girişinde yedi çeşit ayna olduğundan söz eder. Bunlar düz, çukur küresel, tümsek küresel, çukur silindirik, tümsek silindirik, çukur konik ve tümsek konik aynalardır. Ancak konik aynalarda oluşan görüntüleri küresel (tümsek veya çukur) aynalarla açıklamak olanaklı olduğundan, haklı olarak Taķiyüddîn bu aynalarda oluşan görüntüleri ayrıca ele almamıştır.

II.2. BİRİNCİ BÖLÜM

YANSIYAN IŞIĞIN ÖZELLİKLERİ

Parlak bir yüzeyden yansıyan ışığın özelliklerini ele aldığı bu bölümde Taqıyüddin dokuz özellikten söz etmektedir. Bunların ilk üçünde yansıma durumunda biri gelen ve diğeri de yansıyan olmak üzere iki tür ışığın söz konusu olduğunu ve yansıyan ışığın da gelen ışığın oluşturduğu koniye orantılı bir koni oluşturduğu deneysel olarak göstermiştir. Düzenlenen deney birinci kitabın, ikinci bölümünün, beşinci maddesinde yapılan deneyin aynısıdır. Ancak burada üzerinde çalışılan ışık karanlık odaya bir delikten giren ışık değil, yansıyan ışıktır.

4. maddede ise doğrudan görmede söz konusu olan ışığın rengi taşınması gibi, yansıyan ışığın da yansıtıcı nesnenin rengini taşıyacağı belirtilmektedir. Taqıyüddin bu durumu kanıtlamak için erguvani renkli bir nesneden gelen ışığı bir aynaya göndermiş ve yansıyan ışığı da beyaz bir nesne üzerine düşürmüştür. Böylece beyaz nesnenin de erguvani renge büründüğünü göstermiştir.

5. ve 6. maddelerde ise, aydınlatılmış nesneden yayılan ışığın, ışık kaynağından yayılan ışıktan daha zayıf olması gibi, yansıyan ışığın ve rengin de asıllarından daha zayıf olduğu belirtilmektedir.

7. maddede ise bu zayıflamanın nedenlerinden birisi olarak yansıtıcı yüzeyin yapısı üzerinde durulmakta ve özellikle yapıları gereği tümsek yüzeyli aynaların (küresel, silindirik ve konik) ışığı daha çok zayıflatarak yansıttığını belirtmektedir. Gerekçe olarak da bu tür aynalarda yansıyan ışığın o aynanın yüzeyinin her yönünde uzaklaşmasını göstermektedir. Bu doğrudur. Çünkü bu aynalar yüzeylerine düşen ışığı bir noktaya toplamak yerine tümsekliklerine bağlı oranda dağıttıkları için, temel fotometri kuralı gereği belirli miktardaki ışık daha büyük bir alana dağılmakta ve sonuçta da aydınlanmanın yeğinliğinde bir azalma olmaktadır.

8. madde ise 7. maddenin tersi durumu ele almaktadır. Yani tümsek aynaların aksine çukur aynaların ışığı yoğunlaştırdıkları ve bu nedenle bu tür aynalarda ortaya çıkan ışığın bazı durumlarda aslından daha parlak olabileceğini belirtmektedir. Taķıyüddîn haklı olarak bu tür aynalarda yansıyan ışığın bir noktada toplanması nedeniyle, ışığın odaklandığı noktada eğer yanıcı bir nesne var ise, o nesneyi yaktığını belirtmektedir. Bu ise çok eskilerden beri bilinen deneysel bir bilgidir.

9. maddede ise Taķıyüddîn asıl ışığın düştüğü nesnelerin görüntülerinin yansıyan ışığın düştüğü nesnelerin görüntülerinden daha

net olduğunu belirtmektedir. Yansıyan ışık aslından daha zayıf olduğuna göre, bu maddenin anlamlılığı da kendiliğinden ortaya çıkmaktadır.

Görüldüğü üzere bu birinci bölüm, birinci kitabın birinci bölümüne paralel olarak düzenlenmiş ve yansıyan ışığın görmeye olan ilişkisi belirtilmiştir. Burada dikkat çeken en önemli yön her iddianın deneysel olarak kanıtlanmış olmasıdır. Ancak ortaya konulan bilgiler katkı yapıcı olmaktan çok var olanı ayrıntılandırıcı özellik taşımaktadır. Çünkü ortaya konulanlar doğrudan görmede (direct vision) ayrıntısıyla tartışılanların aynısıdır. Tek fark yansıtıcı bir yüzeyin sürece katılmış olmasıdır. Nitekim yapılan her deney doğrudan görmede düzenlenen deneyin aynısıdır. Sadece söz konusu edilen ışık bir ışık kaynağından gelen ışık değil, yansıtıcı yüzeyden kaynaklanan ışıktır.

II.3. İKİNCİ BÖLÜM

YANSIMANIN NİTELİKLERİ

İkinci bölüm ise yansımanın nitelikleri konusuna ayrılmıştır; ve bir giriş, dört bölüm olarak düzenlenmiştir.

Giriş kısmında gelen ışın, yansıyan ışın ve Normal gibi, yansımanın temel kavramları tanımlanmıştır.

1. maddede Taķıyüddîn yansımanın temel iki kuralının tanımını vermektedir. Bu kurallardan birincisi gelen ışın, yansıyan ışın ve Normal'in aynı düzlemde bulunduğunu, diğeri de gelen ışın ve Normal arasındaki açı ile yansıyan ışın ve Normal arasındaki açığa eşit olduğunu belirtir. Taķıyüddîn her iki kuralı da tamamen doğru olarak ve bugünkü anlamda tanımlamıştır. Ancak şüphesiz ki bu bilgiler yeni değildir. Daha önce Batlamyus ve İbn el-Heysem tarafından geliştirilmiş ve kanıtlanmış bilgilerdir.

Taķıyüddîn bu bölümün devamında bu iki kuralın doğruluğunu kanıtlamak için gerçekleştirdiği deneylerde kullandığı düzeneğin

anlatımını vermiştir. Son derece ayrıntılı ve mükemmel olarak hazırladığı bu düzeneğin basit anlatımı şöyledir:

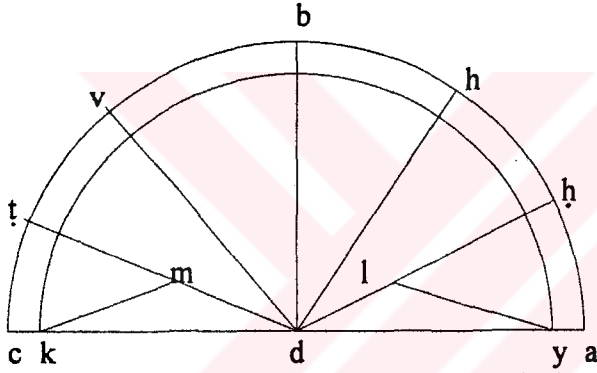
Yarım daire şeklinde düzgün yüzeyli bakır bir levha alıyor. Bu levha üzerine çapı yaklaşık 20 cm olan bir yarı daire çiziyor. Bu yarı daireyi altı eşit yaya bölüyor. Daha sonra boyu 68 cm, eni de 5.5 cm olan bakır bir levha alıp, bunu yarı dairenin üzerine bir kemer şeklinde büküyor ve onun üzerine altı eşit yayı belirleyen yarı çaplar doğrultusunda, çapları yaklaşık birer buçuk cm olan birer delik deliyor. Daha sonra yüzeyi düzgün, yaklaşık olarak eni 10 cm, boyu 20 cm ve yüksekliği de 15 cm olan ahşap bir blok alıyor. Bunun orta kısmına eni 8.5 cm, derinliği ise 11 cm olan bir oyuk (mecra) açıyor. Bakır levhayı bu ahşap blokun üzerine yerleştiriyor. Levhadaki deliklere girebilecek büyüklükte bakır bir boru alıyor. Ayrıca bu oyuğa sığacak büyüklükte ve yaklaşık 6 cm kalınlığında başka bir ahşap blok daha alıyor. En sonunda da her aynadan, bu son ahşap blok büyüklüğünde birer tane hazırlıyor. İkinci ahşap bloğu birinci ahşap blokta açtığı oyuğa yerleştiriyor ve onun üzerine de deneyde kullanacağı aynayı yerleştiriyor. Daha sonra bu son şekliyle düzeneği bulunulan yerin ufkuna paralel olarak yerleştirip, Güneş ışığı kemer şeklindeki levhaya gelecek ve yansıma yüzeyini tamamen gölgede bırakacak şekilde, Güneşe göre ayarlıyor (şekil 26).

Böylece her iki temel yansıma kuralını kolaylıkla kanıtlayacak mükemmel bir düzenek elde edilmiştir. Çünkü örneğin şekil 26'daki T

deliğine boruyu yerleştirip, buradan Güneş ışığının girmesine izin verilirse, tabana yerleştirilen ayna hangi tür olursa olsun ışın H deliğine yansımacaktır. Bu durumda eğer diğer delikten (H) bakılırsa ışık görülmeyecek ve yalnızca H deliğinde görülecektir. T ve H delikleri Normal olan BD'ye eşit yaylar taşıdığından, gelen ve yansıyan ışınların Normal'le eşit açılar oluşturduğu ve bu üçünün aynı düzlemde bulunduğu açıkça görülür. Yine aynı şekilde eğer boru B deliğine takılıp, ışığın buradan girmesine izin verilirse, B noktası Normal üzerinde olduğu için,

başka bir deyişle ayna yüzeyiyle ışın birbirine dik olduklarından, yansıyan ışın da gelen ışın hattı boyunca geri dönecektir.

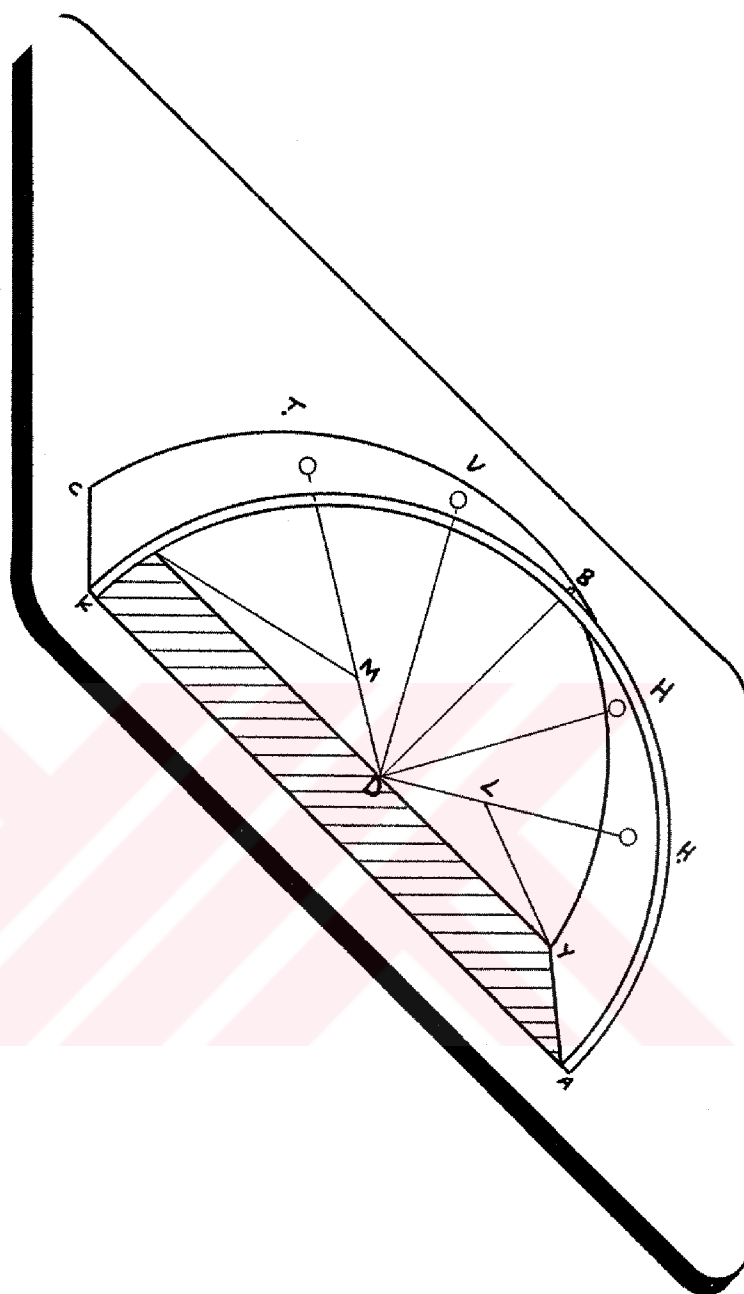
Böylece



Şekil 26: Takîyüddîn'in yansımayı incelemekte kullandığı araç.

Takîyüddîn

yalnızca temel yansıma kurallarını kanıtlamakla kalmamış, aynı zamanda yansımada söz konusu olan yüzeye teğet gelme, belirli bir açıyla gelme ve dik gelme gibi, bütün yansıma durumlarını ve her durumda ışının uğradığı değişimleri de kanıtlamış olmaktadır.



2. ve 3. maddelerde ise tıpkı ışıklı bir nesneden çıkan ışının kaynakla hedef arasında bir koni oluşturması gibi, aynalardan yansıyan ışının da tepesi aynada tabanı ise yansıdığı nesnede olan bir koni oluşturacağını belirtmekte ve eğer ayna çok iyi parlatılmış kusursuz yüzeye sahipse, yansımaya ortaya çıkacak görüntünün de o derece net olacağını, hatta böyle bir ayna göz eksenine dik bir konumda bulunduğu ise görüntünün netliğinin daha da artacağını belirtmektedir.

Işığın yayılırken koni oluşturduğu konusu oldukça erken ve ayrıntısıyla tartışılmış bir konudur. Biz de yazdığımız Tarihsel Arka-plan bölümünde bu hususu açıklamıştık. Ancak Taķıyüddîn'in asıl ilgi çekici belirlemesi eğer ayna çok iyi parlatılmış kusursuz bir yüzeye sahipse, yansımaya ortaya çıkacak görüntünün de o derece net olacağını vurgulamasıdır. Bu husus önemlidir. Çünkü bugün biz bilmekteyiz ki ister saydam isterse opak olsun, her nesne üzerine düşen ışığı yansıttığı gibi, aynı zamanda çeşitli yönlerde de dağıtırlar. Buna **dağınık yansıma** denmektedir. Biz nesnelere işte bu dağınık yansıma yardımıyla görür, yapılarını ve renklerini seçer, çevrelerinden ayırt ederiz. Ancak eğer söz konusu olan bir aynadaki görüntü ise o zaman durum değişir ve görüntünün oluşması yüzeyin pürüzsüzlüğüne bağımlı hale gelir. Çünkü görüntünün oluşmasına ışığın pürüzsüz yüzeylerden düzgün olarak yansması neden olur. Bu anlamda eğer yansıtıcı yüzey çok pürüzsüz ve

ışığı soğurmayacak durumdaysa o zaman ortaya çıkacak görüntü de o denli net olacaktır.²³⁶ Takîyüddîn'in buna işaret etmiş olması önemlidir.

4. maddede ise kaynaklarından koni şeklinde gittikçe genişleyerek ayrılan ışınların ayrılımdan, yani belirli miktarda olan ışığın daha büyük bir alana yayılması ve mutlak uzaklaşmadan dolayı zayıfladığı tersinde ise kuvvetlendiği tekrar edilmekle yetinilmiştir.

Görüldüğü üzere birinci bölüm için yaptığımız değerlendirme bu bölüm için de geçerlidir. Çünkü Takîyüddîn burada da birinci kitabın ikinci bölümüne koşut olarak parlak bir nesneden yansıyan ışığın, yansıtıcı yüzeyin biçimine bağımlı olarak uğradığı değişimleri ele almakla yetinmiştir. Nasilki doğrudan görmede bir ışık kaynağından çıkan ışığın yayılımı söz konusuysa, burada da yansıtıcı bir yüzeyden çıkan ışığın yayılımının nitelikleri söz konusudur. Bunun dışında bütün değerlendirmeleri benzerdir.

²³⁶ Williams, Metcalfe, Trinklein, Letler, s. 332.

II.4. ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

YANSITICI NESNELERİN ÖZELLİKLERİ

Bir önceki bölümü destekler nitelikte hazırlandığı anlaşılan ve çok kısa olan bu bölümde Takîyüddîn nesnelere nitelikleriyle yansıtma kapasiteleri arasındaki ilişkiyi ele almıştır. Ona göre ışıklar ancak parlak ve düzgün yüzeylerde yansır; katı, pürüzlü, kendine özgü rengi olan ve ıslak olmayan yüzeylerde ise yansımazlar.

Aslında çok fazla önemi olmayan bu bölümün özelliği Takîyüddîn'in de açıkça belirttiği üzere yansımaların niteliklerini ayna dışındaki yansıtıcı nesnelere inceleyebilmektir. Asıl önemli yönü daha önce Heron ve Batlamyus'de ilk anlamlı anlatımını bulan ancak daha sonra İbn el-Heysem ile son şeklini alan yansımaların temel kuralının kanıtlanmasında mekanik analogilerden yararlanma yoluna, bir kez de, bu bölümle Takîyüddîn'in başvurmuş olmasıdır. Üstelik Takîyüddîn konuyu öncüllerine nazaran çok kısa ve özet geçmiştir. Ancak burada dikkat çeken bir diğer yön de, daha önce Batı dünyasındaki gelişmeleri ele alırken, İbn el-Heysem sonrası optik çalışmalarında İbn el-Heysem'in

olağanüstü etkili olduğunu ve örneğin kendisinden sonra gelen doğulu ve batılı optikçilerin çalışmalarında hep yansımanın nedensel analizini yapmak gibi bir yola başvurulduğunu belirtmiştik. Aynı eğilimin Takîyüddîn'i de etkilediğini görmekteyiz. O yansıma kanununu kanıtlamak için başvurduğu mekanik analogi açıklamalarında şunları belirtmektedir:

Eğer biz, küçük bir topu bir ayna yüzeyine dik olarak düz bir çizgi boyunca, aynayı kırmayacak ve zedelemeyecek bir kuvvetle fırlatırsak, bu durumda, topun ayna yüzeyine ulaştığı çizgi boyunca geri döndüğünü ve sonra da ağırlığından dolayı aşağı doğru eğimlendiğini görürüz. Eğer ayna ya da topun hareket doğrultusunu değiştirip ve tekrar topu fırlatırsak, bu durumda topun, fırlatılma doğrultusuna paralel karşılık bir doğrultuda geri döndüğünü ve ağırlığından dolayı da eğim kazandığını ve topun yüzeye geliş ve yüzeyden uzaklaşmasının da (birbirine) orantılı olduğunu görürüz. Çünkü başlangıçtaki hareket kuvveti çarphktan sonra topun, bu orantı üzerine geri dönmesini gerektirir.²³⁷

Bu anlatım açıkça İbn el-Heysem'in açıklamalarının izlerini taşımaktadır. Çünkü ona göre de fırlatılan topun aynı eğim derecesiyle yansımalarının nedeni fırlatılma kuvvetiyle yansıtıcı nesnenin katılık derecesine bağlıdır ve ayna yüzeyine ulaştığında uygulanan kuvvetlerin bileşkeleri doğrultusunda yansımak zorundadır.²³⁸

Bu bölümde ayrıca Takîyüddîn tamamen doğru olarak nesnelere saydam, yarı saydam ve opak olmak üzere üçe ayrıldığını da belirtmiştir.

²³⁷ Takîyüddîn, çeviri metin, ss. 413-414.

²³⁸ Bu açıklama için bu çalışmanın 162-164 sayfaları arasına bakınız.

II.5. DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

YANSIMAYLA OLUŞAN GÖRÜNTÜLERİN ÖZELLİKLERİ

Yansımaya oluşan görüntülerin özelliklerini ele aldığı bu bölümde Takîyüddîn, konuyu doğrudan görme bölümünde olduğu gibi, yine iki görüş açısından, Tabiatçılar ve Ta'limcilere göre, ele almıştır. Ona göre, Tabiatçılar yansımaya oluşan görüntünün o nesnenin suretinin izlenimiyle, buna karşılık Ta'limciler ise gözden çıkıp parlak nesneye ulaşan ve oradan da yansiyarak görünen nesneye giden ve onun algılanmasını sağlayan bir ışın konisi aracılığıyla oluştuğunu savunmaktadırlar. Ancak Takîyüddîn hemen bunun ardından hangi görüşe bağlı olursa olsun, bilim adamlarının nesne ve göz arasındaki belirli bir orantıya dayandıklarını da belirtmiştir. Bu tamamen doğru bir belirlemedir. Çünkü gerçekten de ışık kaynağını ister nesne isterse göz olarak düşünsün, her bilim adamı kaynağından çıkan ışınların kaynakla hedef arasında bir koni oluşturduğunu kabul ettiklerini daha önceki açıklamalarımızda göstermiştik.

Bu bölümün geriye kalan sayfalarında ise Takîyüddîn değişik aynalarda ortaya çıkan görüntülerin nitelikleri üzerinde durmaktadır. Ona göre, düzlem bir aynaya dik olarak konulan bir nesnenin görüntüsünde, o nesnenin tepesi aşağıda, tabanı yukarıda ve aynaya gömülmüş olarak görünür. Yine aynı şekilde tümsek küresel bir aynada da aynı yansımaların söz konusu olduğunu belirten Takîyüddîn, bu aynalarda görüntülerin adeta daha yakındaymış gibi olduğunu ve aslından daha ince görüldüğünü, buna karşılık çukur küresel aynalarda ise daha uzaktaymış gibi ve daha kalın olarak görüldüğünü açıklamaktadır.

Tamamen gözlemsel verilerden elde ettiği anlaşılan bu bilgilere ek olarak Takîyüddîn, doğrudan görmede olduğu gibi, yansıyan ışıkların da karışmadığını ek bir bilgi olarak vermektedir. Yaptığı açıklamalar tamamen kendisinden önce konuya yönelik olarak getirilen açıklamalarla benzer olduğu ve yeni bir bakış açısı taşımadığı için daha fazla ayrıntıya girmeye gerek duymadık.

II.6. BEŞİNCİ BÖLÜM

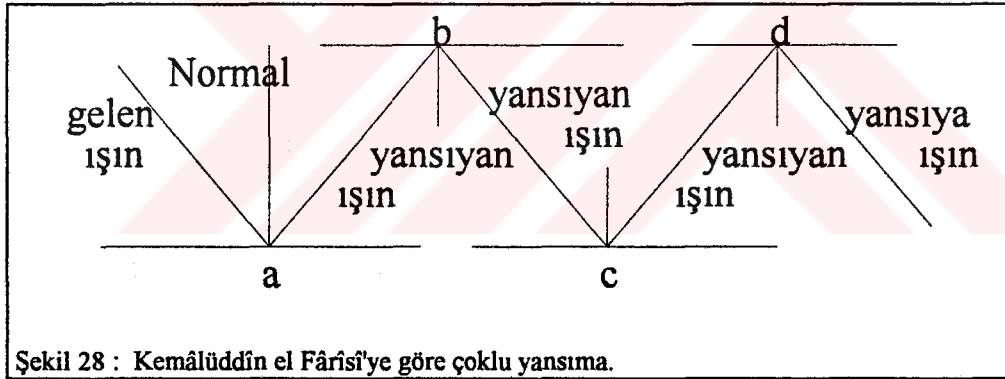
YANSIMAYLA GÖRÜNTÜNÜN OLUŞUMU

Yine bu bölümde de birinci kitapta olduğu gibi ilk dört bölümde elde ettiği sonuçların dökümünü ele alan Taķıyüddîn, konuyu sekiz alt başlıkta özetlemiştir.

- 1) Tek bir görüntü noktasında ancak tek bir görüntü oluşur.
- 2) Yansımaya göze gelen ışık, tabanı aynada, tepesi gözde olan bir ışın konisi oluşturur.
- 3) Doğrudan görmede olduğu gibi, yansımaya oluşan görmede de koninin eksenindeki ışınlar sorumludurlar.

4) Yansıyan ışınları pek çok kez yansımaya uğratmak olanaklıdır. Taķıyüddîn bunun için şu ilginç deneyi yapmıştır: İki aynayı karşılıklı olarak yerleştirip, aynalardan birinin yakınına ışığı diğerinin yüzeyini aydınlatacak şekilde bir mum yerleştirmiş ve bu konum üzere ortaya çıkan görüntüyü gözlemlemiştir. Bu durumda ortaya çıkan görüntünün karşılıklı olarak çok sayıdaki tekrarından dolayı gittikçe küçüldüğünü ve

sonunda seçilemez hal aldığını belirlemiştir. Böylece Takîyüddîn yansıma aracılığıyla birden fazla görüntünün oluşturulabileceğini ve ışığın pek çok kez yansımaya uğratılabileceğini deneysel olarak belirlemiş olmaktadır. Bu konu İbn el-Heyssem ve Kemâlüddîn el-Fârîsî tarafından da benzer şekilde ele alınıp incelenmiş bir konudur. Örneğin Kemâlüddîn el Fârîsî'den yaptığımız aşağıdaki alıntı bunu açıkça göstermektedir. Ona göre, Güneşten çıkan ışınlar bir yansıma ya da kırılma yüzeyine çarptıklarında yansır ya da kırılır ve başka bir noktaya giderler. Eğer bu noktada da bir yansıma ya da kırılma yüzeyi var ise, tekrar yansımaya ya da kırılmaya uğrayacaklardır. Bu süreç pek çok kez bu şekilde tekrarlanabilir (şekil 28). Ancak ışığın mahiyeti bu süreçte değişmez, söz konusu olan hep aynı ışıktır.²³⁹



5) Kuramsal olarak aynadaki görünüm konumları sonsuzdur. Ancak uygulamada bunu gerçekleştirmek olanaksızdır.

6) Işıklı nesne ve ayna yüzeyini birleştiren her çizgi, eğer ayna yüzeyine dik ise, bu durumda ışıklı nesnedeki bir noktanın görüntüsü bu

²³⁹ Kemalüddîn el-Fârîsî, cilt I, ss. 302-303.

çizgi boyunca geri yansır ve bu çizgi aynı zamanda hem geliş hem de yansıma çizgisi olmuş olur.

7) Aynalarda ortaya çıkan görüntüler o aynanın şekline göre değişime uğrarlar. Örneğin eğer sözkonusu olan çukur bir ayna ise onda oluşan görüntü terstir; ve sayısal olarak çoğalmıştır. Eğer ayna tümsekse görüntü büyümüş olur. Söz konusu olan ayna silindirik yüzeyli bir ayna ise o zaman görüntü silindirin uzunluğunca uzamış bir görüntü olacaktır.

Takîyüddîn'in bu açıklamaları da tamamen gözlemsel verilerden elde edilmiştir. Konu kendisinden önce İbn el-Heysem ve Kemâlüddîn el-Fârîsî tarafından da benzer şekilde açıklanmıştır. Kemâlüddîn el-Fârîsî'den yapılan aşağıdaki alıntı bunu kanıtlamaktadır:

Çukur küresel bir aynaya bakan bir kimse, eğer gözünün bu aynaya olan uzaklığı, aynanın yarı çapından daha çok ise, bu durumda o gözlemci pek çok konumda ters dönmüş görüntü görür. Eğer uzaklık azaltılırsa, bu durumda gözlemci baktığının görüntüsünü daha büyük görür.²⁴⁰

8) Tümsek konik aynada, eğer göz merkezi bu koninin ekseni doğrultusunda ve tepesi yönündeysen, çukur konik aynada ise yine eksen doğrultusunda ancak taban yönündeysen görme gerçekleşir.

Görüldüğü üzere Takîyüddîn bu bölümü de diğer dört bölümde olduğu gibi, doğrudan görmeye koşut olarak ve var olan bilgiyi ayrıntılandırmak amacıyla hazırlamıştır.

²⁴⁰ Kemalüddîn el-Fârîsî, cilt II, s. 3.

II.7. ALTINCI BÖLÜM

YANSIMAYLA OLUŞAN GÖRME KUSURLARI

Görüntüler ve oluşumları konusuna ayırdığı bu bölümde Takîyüddîn, her ayna için ayrı bir bölüm olmak üzere beş ayrı bölüm halinde konuyu çok ayrıntılı olarak incelemiştir. Bu alt bölümlere *amaç* adını vermiş ve birinci amacı düz aynalarda oluşan görüntülere ayırmıştır. Ayrıca konuyla ilgili teknik terimleri açıkladığı bir de Giriş bulunmaktadır.

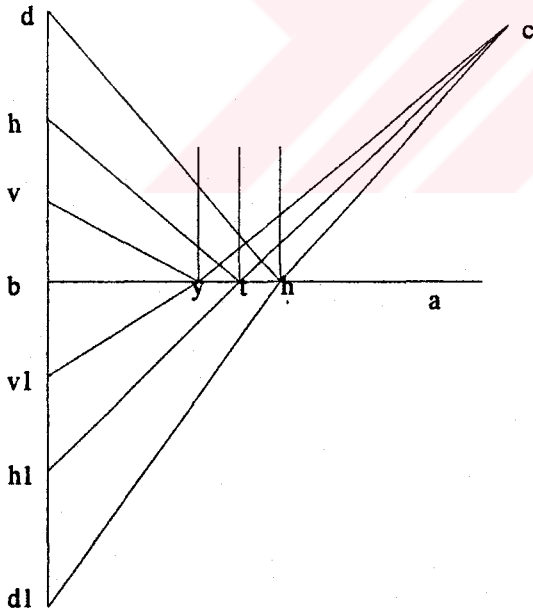
BİRİNCİ AMAÇ

1) Takîyüddîn bu amaçta düzlem bir aynada görüntünün aynanın içine gömülmüş olarak görüldüğünü belirtmekte ve bunun nedeninin görüntünün aslının tersi yönde uzaması olduğunu ileri sürmektedir.

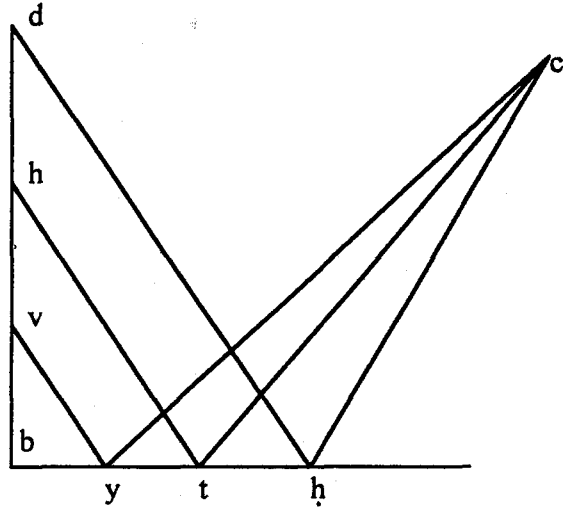
Tamamen gözlem ve deneye dayanan ve doğru olan bu belirlemesini kanıtlamak için Takîyüddîn şöyle bir deney düzenler:

Bir düzlem ayna AB alır. Bunun üzerine silindirik bir mil DB diker (şekil 29). Milin üzerine de H ve V gibi iki nokta işaretler. Bu durumda

yansıma kuralı gereği D'nin yansıma noktası H, H'nin yansıma noktası T, V'nin yansıma noktası da Y olacaktır. Başka bir deyişle her bir noktadan



Şekil 30: Düzlem aynada görüntünün aslına eşit ve aynanın içine gömülmüş olarak görünmesi.



Şekil 29: Takîyüddîn'e göre düzlem aynada görüntü konumunun belirlenmesi.

gelen görüntüler ayna yüzeyinden göze yansıyacaklardır. Göz ise bu noktaları, her bir noktadan ayna yüzeyine indirilen dikmeyle gözden gelen doğrunun kesiştiği noktada görecektir. Bu kesişme noktaları aynanın gerisinde yer alacağı için görüntü de adeta aynanın derinliğindeymiş gibi görünecektir. Bu durumu Takîyüddîn'in verdiği çizime yapacağımız bir eklemeye daha

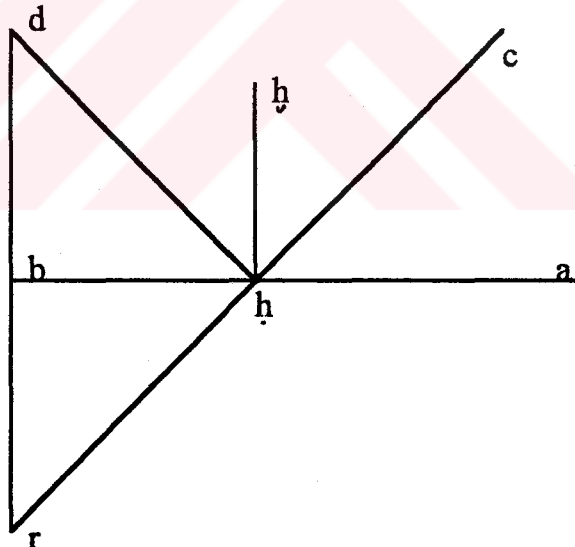
kolay gösterebiliriz (şekil 30).

Buna göre gözden gelen doğruları, nesnenin üzerindeki işaretli noktalardan ayna yüzeyine indireceğimiz dikmelerle birleştirdiğimizde, sırasıyla milin üzerindeki her noktanın görüntü konumunu belirlemiş oluruz. Bunu yaptığımızda V 'nin görüntüsünün V^1 , H 'nin görüntüsünün H^1 , ve D 'nin görüntüsünün ise D^1 , olduğunu ve dolayısıyla görüntünün aslının tersi yönde uzadığını çok açık olarak görmekteyiz.

Böylece Takîyüddîn tamamen doğru bir şekilde ve nedensel olarak, düzlem aynalarda görüntünün aynanın içine gömülmüş gibi görünmesini açıklamıştır.

2) Takîyüddîn bu maddede ise birinci maddede ileri sürdüğü savının geometrik yoldan kanıtlanmasını vermiştir.

Şekil 31'de AB düzlem ayna, DB aynaya dik konulmuş nesne, H bu nesnenin aynaya uzak noktası olan D 'nin yansıma noktası ve C 'de göz olsun. Aynaya gelen DH ve yansıyan CH ışın doğrularını çizelim. Göze gelen ışın doğrusunu, yansıma noktasından itibaren



Şekil 31 : Düzlem aynada görüntünün aslına eşit görünmesi.

nesneden ayna yüzeyine indirilen doğruyla kesişinceye kadar uzatalım. Bu noktaya R diyelim. Böylece R, D'nin görüntü noktası olmuş olur.

Bu durumda, oluşan açılar arasında şu ilişkileri belirlemek olanaklıdır:

$\angle CHH = \angle DHH$ (2. yansıma kanunu gereği geliş ve yansıma açıları eşit olduğu için.)

$\angle HDB = \angle DHH$ (ters açılar)

$\angle CHH = \angle HRB$ (yöndeş açılar)

$HB \perp DR$ (çünkü nesne aynaya dik olarak konulmuştu.)

$\triangle HDB = \triangle HRB$ Çünkü,

$\angle B$ her iki üçgende ortak dik açıdır.

$DH = HR$ 'dir.

HB her iki üçgenin ortak kenarıdır.

Böylece Kenar Açılı Kenar bağıntısından bu üçgenlerin eşitliği gösterilebilmektedir. Bundan dolayı düzlem aynada görüntü nesnesine eşittir ve aynanın içine gömülmüş olarak görünür.

3) Taqiyüddin bu maddede gelen ve yansıyan ışınların birbirlerine orantılı birer koni oluşturduğunu savlamakta ve çizim yoluyla kanıtını vermektedir. Bu çizime göre, aynı düzlem aynanın üzerine DB milini dik olarak koyalım. Milin üzerinde T gibi bir noktayı belirleyelim. Bu

noktanın yansıma noktası Y olsun. Normalini (HY) çizelim. Bu durumda şu ilişkileri belirlemek olanaklıdır:

$$\Delta YTB = \Delta YKB \text{ [ikinci maddede yapılan kanıtlama ve}$$

$$TY = KY \quad \text{yansıma kanunu gereği]}$$

Aynı şekilde, CHY konisi de CRK konisine benzer olur. Çünkü,

$$DT = RK, TB = BK$$

[taban parçaları]

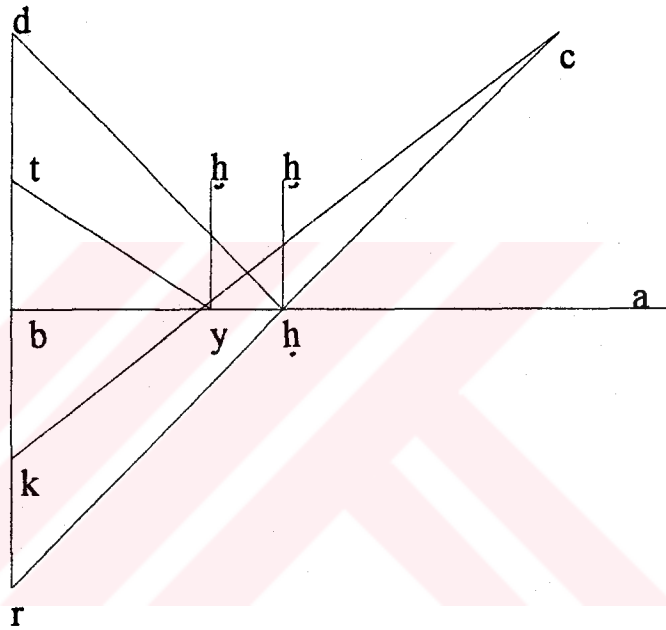
D ve T açılarından her biri de simetrisi olan R ve K açlarına eşit olduğundan, yukarıda belirtilen koniler de benzer olurlar.

4) Taqiyüddin bu maddede ise yansıma ve görüntü noktalarının nasıl belirleneceğini

vermektedir. Yaptığı

işlem daha önceki maddelerde yaptığının tersi olduğundan bu kanıtlamayı ayrıca yapmaya gerek yoktur.

5) Bu maddede ise Taqiyüddin ayna yüzeyine dik gelen ışınların, böylesi durumlarda yansıma kanunu gereği gelen ve yansıyan ışın



Şekil 32 : Gelen ve Yansıyan ışın konileri

çizgilerinin birleşmiş olması dolayısıyla görüntülerinin olamayacağını belirtir. Tamamen doğru bir belirlemedir. Doğrudan görmede ayrıntısıyla ele alındığı için burada üzerinde durmaya gerek yoktur.

6) Bakılan bir nesnedeki birden fazla noktanın görüntüsünün de kural gereği birden fazla olduğunu belirten Takîyüddîn ayrıntıya girmeksizin bunun nedeninin her nokta için açılardan ve kenarların farklı olduğunu söylemekle yetinmiştir.

7) Birinci amacın son maddesi ise tek bir noktanın aynaya farklı konum ve uzaklıkta bulunan kişiler açısından görüntü konumlarını belirlemiştir. Temel bilgiye bir katkı olmadığı için tartışmaya gerek görmedik.

İKİNCİ AMAÇ

Tümsek küresel aynalarda oluşan görüntüler konusuna ayırdığı bu amaçta Takîyüddîn, birinci amaçta olduğu gibi, bu aynalarda Normalin nasıl belirleneceğinin tanımını verdiği çok kısa bir girişten başka konuyu altı alt madde halinde incelemiştir.

1 ve 2) İlk iki maddede bu aynalarda yansıma yüzeyinin bir daire ve görüntü noktasının aynanın küresel tümsek kısmına dik ve yansıma

konumunun kanıtlanmasının da düzlem aynadaki kanıtlamayla benzer olduğu belirtilmiştir.

3) Bu maddede ise tıpkı düzlem aynada olduğu gibi ayna yüzeyine dik olarak konulmuş bir milin üzerindeki bir noktanın görüntü konumunun belirlenmesi ele alınmıştır.

Şöyle ki şekil 33'de ABC küresel tümsek bir ayna, D küre merkezi, H nesne, V gözlemci olsun. H'den gelen görüntü B noktasında aynaya ulaşacak ve BV yolunu izleyerek göze yansıyacaktır. Bu noktada Normali çizersek şu ilişkileri belirlemek olanaklı olur:

HB gelen ışın, BV yansıyan ışın doğrusu,

$\angle HBK = \angle KBV$ [geliş ve yansıma açıları oldukları için]

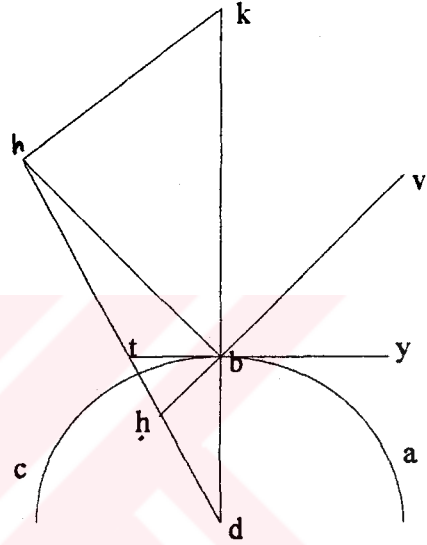
$\angle HBK = \angle HBD$ [yansıma kanunu gereği]

$\angle HBT$, $\angle HBD$ 'nin tümleyenidir. Bu durumda,

$\angle HBT = \angle TBH$ [yansıma açılarının tümleyeni oldukları için]

Böylece eşit açılardan karşısındaki kenarların birbirlerine oranlarını yazarsak yani,

$$HB/BH = HT/TH = HD/DH$$



Şekil 33 : Taqiyüddin'e göre tümsek küresel aynada görüntü konumunun belirlenmesi

eşitliğinden küresel tümsek aynada da yansıma kanununun geçerliliği ve görüntü konumunun belirlenmesi geometrik olarak kanıtlanmış olur.

4, 5 ve 6) Bu maddelerde ise değişik konum ve uzaklıkta bulunan gözlemciler için oluşan görüntülerin konumlarının belirlenmesi ele alınmıştır. Takîyüddîn'in burada yaptığı kanıtlama düzlem aynada yapılanla aynı olduğundan tekrar etmeye gerek yoktur.

ÜÇÜNCÜ AMAÇ

Takîyüddîn bu amacı tümsek silindirik ve tümsek konik aynalarda oluşan görüntüler konusuna ayırmıştır. Görüntünün konumu bütün aynalarda benzer şekilde olduğu için daha önce yapılan kanıtlamalar bu aynada da aynen geçerlidir. Ancak tek fark Takîyüddîn'in doğru olarak belirlediği gibi, bu aynalarda oluşan görüntülerin her aynanın yansıma kesitinin biçimine göre değişmesidir. Örneğin, aynanın kesiti düz bir çizgi şeklindeyse ve ışın da bu çizgi üzerine düşmüşse, oluşan görüntü düzlem aynada oluşan görüntüye benzer olur. Eğer yansıma kesiti silindirden alınmış özel bir daire ise, bu durumda oluşan görüntü de küresel tümsek aynada oluşan görüntüye benzer olur.

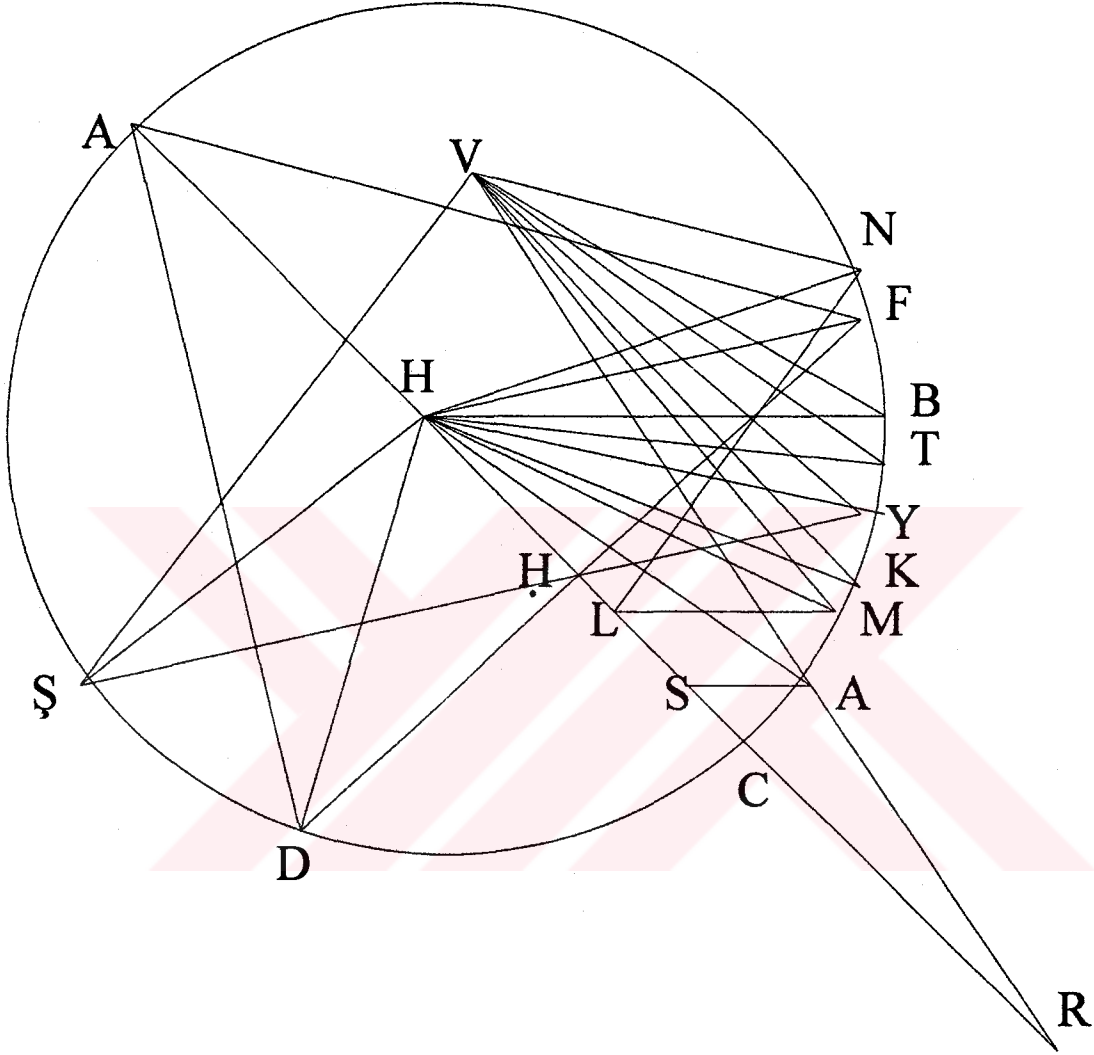
Takîyüddîn'in de herhangi bir yeni kanıtlama vermemesi dolayısıyla, biz de ek bir yoruma girmedik.

DÖRDÜNCÜ AMAÇ

Küresel çukur aynada oluşan görüntülerin ele alındığı bu amaçta, konu on alt madde halinde tartışılmıştır. İlk yedi maddede bu aynada oluşan görüntülerin özellikleri ele alınmıştır. Sekizinci maddede ise bu aynalarda oluşan görüntülerin birden fazla ve aslından daha büyük olduğu konusu tartışılmıştır. Bu aynalarda görüntünün birden fazla olmasının nedeni, görüntü yüzeyinin, aynanın yapısı gereği bir nokta olmasıdır. Bu durumda gözlemcinin karşısındaki her noktadan bir görüntünün yansması söz konusu olduğundan, görüntü de birden fazla olur. Örneğin şekil 34'de, eğer göz V'de olsaydı, nesne de H'de bulunsaydı, bu durumda göze M, K, Y, T, B ve N noktalarından olmak üzere en az beş farklı görüntü ulaşacaktı. Ancak burada Takîyüddîn'in haklı olarak vurgulamak gereğini duyduğu şu uyarıyı da hatırlamak yerinde olur. Yukarıda da belirtildiği üzere, bu aynalar küre şeklindedir ve görüntü yüzeyleri de birer noktadır. Ancak nokta sayısı neredeyse sonsuzken, görüntünün de sonsuz olacağını düşünmek doğru değildir. Çünkü buradaki sonsuzluk teoriktir, pratik değildir.

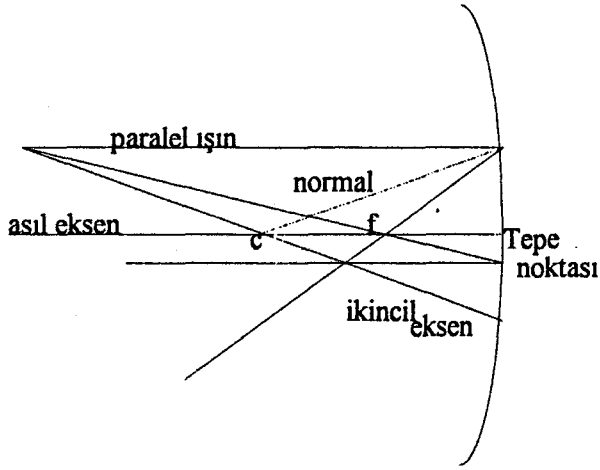
Bu aynaların görüntüleri büyütmesi meselesine gelince; Takîyüddîn'in konuyla ilgili belirlemesinin doğru olmakla birlikte, eksik

yönlerinin olduğunu da belirtmek gerekmektedir. Çünkü Takiyüddîn bu aynaların görüntülerde değişimlere yol açtığını, görünen yönlerin



Şekil 34 : Takiyüddîn'e göre çukur aynada görüntü oluşumu.

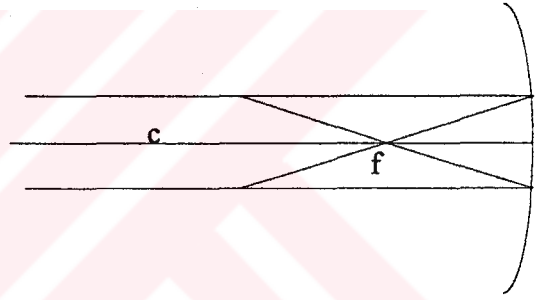
yerlerini değiştirdiğini ve büyülttüğünü belirtmektedir. Burada eksik



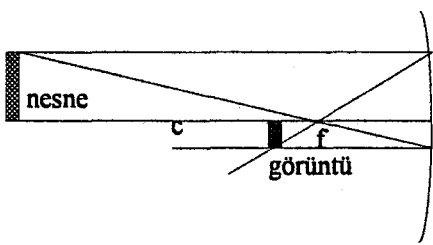
Şekil 35 : Çukur aynada oluşan görüntü konumunun belirlenmesi.

olan taraf görüntünün aslından daha büyük olmasının her konumda değil, yalnızca iki farklı durumda ortaya çıktığıdır. Hatta bu aynalarda görüntünün aslından daha küçük olduğu durumlar da vardır. Bundan dolayı, bu aynaların en temel

özelliğinin farklı büyüklüklü görüntüler oluşturmalarıdır denebilir. Bu nedenle diğer aynalarda olduğu gibi, bu aynalarda oluşan görüntülerde bir genellemeye gitmek olanaklı değildir. Çünkü bazen gerçek ancak ters dönmüş görüntüler,



Şekil 36a : Nesnenin sonsuzda bulunması.



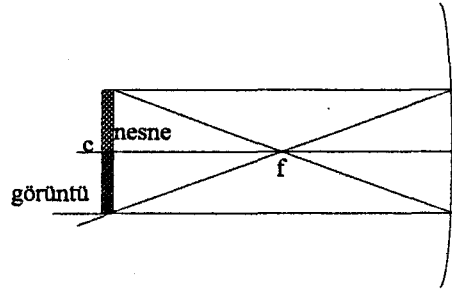
Şekil 36b : Nesnenin aynanın kavislilik merkezinin gerisinde bulunması.

bazen de düz ancak zahiri görüntüler ortaya çıkmaktadır. Bunu belirleyen de, yani oluşan görüntünün niteliği de, nesnenin aynadan olan uzaklığına bağlıdır.

Bu aynalarda, nesneden gelen ışınlar üç farklı biçimde yansıyabilmektedirler:

1. Asıl eksene paralel gelen ışın, odak noktasına yansır.

2. Aynanın kavislilik merkezi boyunca gelen ışın, aynaya dik olduğundan aynı yoldan geri yansır.

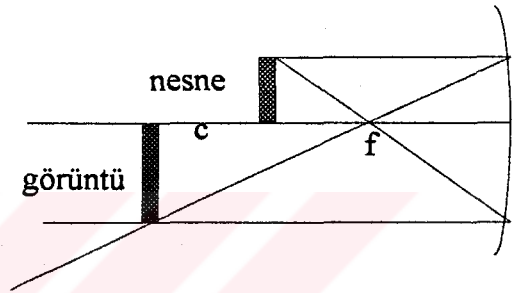


Şekil 36c : Nesnenin aynanın kavislilik merkezinde bulunması.

3. Odak boyunca gelen ışın asıl eksene paralel yansır.

Bu durumda şu altı olası görüntü ortaya çıkar:

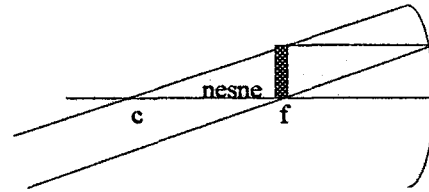
1. Nesne aynaya sonsuz bir uzaklıktaysa, görüntü odakta oluşur (şekil 36a).



Şekil 36d : Nesnenin odak ve kavislilik merkezi arasında bulunması.

2. Nesne aynanın kavislilik merkezinin gerisindeyse, görüntü odak ile kavislilik merkezi arasında oluşur; terstir, gerçektir ve küçülmüştür (şekil 36b).

3. Nesne kavislilik merkezindeyse, görüntü de kavislilik merkezinde, ters, gerçektir ve aslına eşit olarak oluşur (şekil 36c).



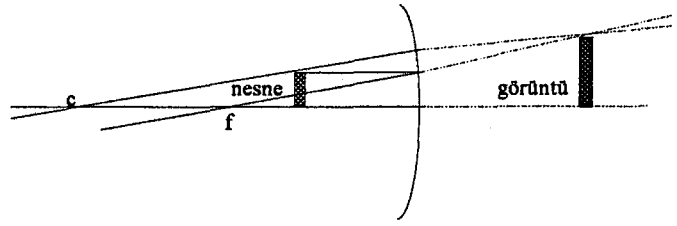
Şekil 36e : Nesnenin odakta bulunması

4. Nesne odak ve kavislilik merkezi arasındaysa, görüntü kavislilik merkezinin gerisinde, ters, gerçektir ve aslından daha büyük olarak gerçekleşir (şekil 36d).

5. Nesne odaktaysa, bu durumda nesne \in aynaya gelerek yansıyan ışınla aynaya indirilen dikmenin birleşmemesi nedeniyle görüntü oluşmaz (şekil 36e).

6. Nesne odak ve ayna arasındaysa, görüntü aynanın gerisinde, zahiri düz ve aslından daha büyük olarak gerçekleşir (şekil 36f).²⁴¹

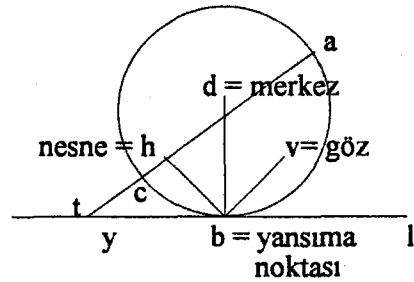
Böylece bu aynalarda oluşan görüntülerin değişkenliğinden dolayı, Takîyüddîn bu durumu görme konusunun en şaşırtıcı yönü olarak nitelemiştir.



Şekil 36f : Nesnenin odak ve ayna arasında bulunması.

Görüntünün yönlerinin değişmesi de yine bu aynanın niteliğinden kaynaklanmaktadır. Çünkü ayna ekseninin üstünden gelen ışınlar yansyarak eksenin alt kısmına, alt kısımdan gelenler de üst tarafa yansımaktadırlar. Bu durumda nesne baş aşağı görüldüğü gibi, benzer şekilde sağ taraftan gelen ışınlar sola, sol taraftan gelen ışınlar da sağa yansıdığından görüntünün yönleri de yer değiştirmiş olur.

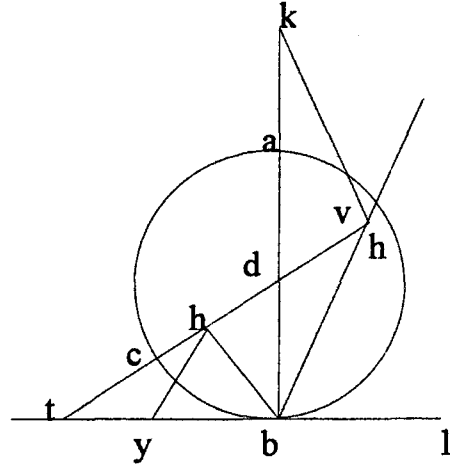
Dokuzuncu maddede ise yine bu aynada, ancak değişik konumlarda bulunan noktaların görüntü oluşumları ele alınmıştır. Takîyüddîn altı farklı konum



Şekil 37a : Görüntünün oluşmaması durumu.

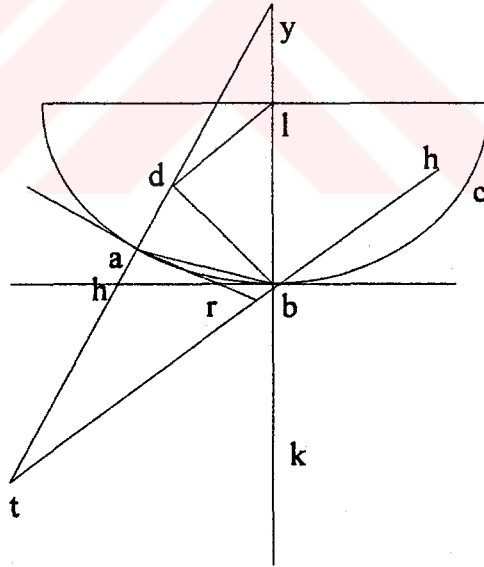
²⁴¹ Nelkon & Parker, ss. 405-406.; Williams & Metcalfe & Trinklein & Lefler, 339-341.

üzerinde durmuştur. Buna göre, şekil 37a'da ABC ayna yüzeyi, D bu aynanın küre merkezi, H nesne, V de gözdür. Yansıma kuralı gereği H'den gelen ışın B noktasından göze yansıtacaktır. Bunun Normalini çizersek, BD doğrusunu elde ederiz. Görüntü noktasını belirlemek istersek, nesneden aynaya indirilen dikmeyle gözden gelen doğrunun kesiştiği noktayı belirlememiz gerekir. Birinci şekilde bu iki doğrunun birleşmemesinden dolayı görüntü teşekkül etmez.



Şekil 37b : Görüntü noktasının belirlenmesi.

İkinci şekilde (şekil 37b) ABC ayna yüzeyi, D bu aynanın küre merkezi, H nesne, V'de gözdür. Yansıma kuralı gereği H'den gelen ışın B noktasından göze yansıtacaktır. Bunun Normalini çizersek, BDK doğrusunu elde ederiz. Görüntü noktasını belirlemek istersek, nesneden aynaya indirilen dikmeyle gözden gelen doğrunun kesiştiği



Şekil 38 : Çukur küresel aynada görüntü oluşumu.

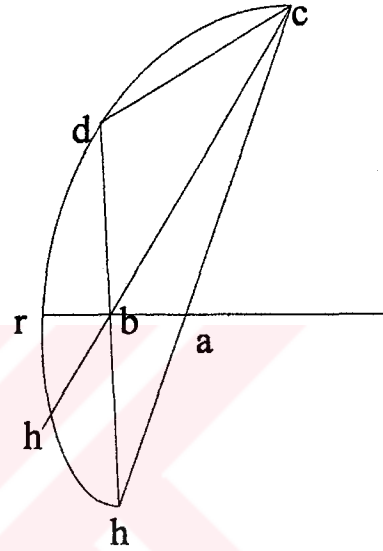
noktayı belirlememiz gerekir. Bu nokta H dir. Diğer şekillerde de durum aynıdır.

Bu bölümün beşinci amacında ise Taḳîyüddîn çukur konik ve silindirik aynalarda oluşan görüntüleri ele almıştır. Görüntü konumunu açıklayabilmek için şekil 38'deki gibi düzenlenmiş çukur küresel bir ayna almıştır. Bu şekle göre, D'de bulunan nesneden ayna yüzeyine ulaşan ışınlar B noktasından H'ye, yani göze yansıyacaktır. Bu durumda görüntü, kural gereği, gözden gelen doğruyla nesneden ayna yüzeyine indirilen dikmenin kesiştiği noktada oluşacağından, bu nokta T noktası olacaktır. Yani D nesnesinin görüntüsü T'dir. Görüntünün bu noktadan oluşacağını belirlemek ise, yine geometrik olarak olanaklıdır.

YANSIMAYA BAĞLI OLARAK OLUŞAN GÖRME KUSURLARI

BİRİNCİ BÖLÜM

Takîyüddîn birinci bölümde düzlem aynalarda ortaya çıkan görme kusurlarını ele almıştır. Bilindiği üzere, düzlem aynalarda oluşan görüntüler aslına eşit ve zahiridir; yani yansıyan ışınlar görüntüden geliyormuş gibi görünürler.²⁴² Takîyüddîn'in verdiği bilgiler de bu doğrultudadır. Ancak o görüntünün aslına eşit olduğu halde göz tarafından sanki daha küçükmüş gibi algılanabildiğini ve bunun bir göz aldanması olduğunu belirtip, gerekçesini geometrik yoldan göstermeye çalışmıştır.



Şekil 39 : Takîyüddîn'e göre düzlem aynada görüntünün aslından küçük olması.

Bunun için şekil 39'deki gibi bir düzenek hazırlamış ve görüntünün aslından daha küçük olduğunu kanıtlamaya girişmiştir. Buna göre:

AB → ayna

DB → nesne

²⁴² Sears, Jr., F.W. & Richards, J.A. & Zemansky, M.W., & Wehr, M.R., *Modern Üniversite Fiziği*, çev. F. Domaniç, İstanbul, 1982, ss. 33-35.; Williams, & Metcalfe, & Trinklein, & Lefler, ss. 335-336.

C → göz

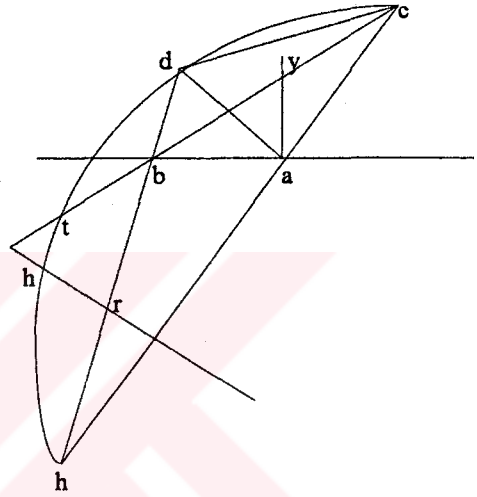
BH → görüntü

BCD → geliş açısı

HCB → yansıma açısı

DB ⊥ AB'dir.

Takîyüddîn'e göre HCB açısı < BCD açısıdır. Bunun geometrik olarak kanıtı şöyledir: CDH noktalarında geçen bir daire çizildiğinde, DH, DRH yayının kirişi olur. AB, DH'yi ikiye böldüğüne göre, kirişi olduğu yayı da ikiye bölmüş olur. Bu durumda geliş açısı olan DCH'nin gördüğü yay olan DH, yansıma açısı olan HCH'nin gördüğü yaydan HH, daha büyüktür. Çünkü toplam yay olan DH'nin orta



Şekil 40 : Takîyüddîn'e göre görüntünün aslından daha büyük görünmesi.

noktası R'dir. Bu durumda geliş açısının gördüğü yay, DR + RH = DH'dir. Yansıma açısının gördüğü yay ise HR - RH = HH'dir. Böylece oluşan DH > HH'dir. Bunun sonucunda da görüntü aslından küçük olarak görünmüş olur. Böylece Takîyüddîn bu ilginç problemi geometri yardımıyla çözüme ulaştırmıştır; ve çözüm doğrudur.

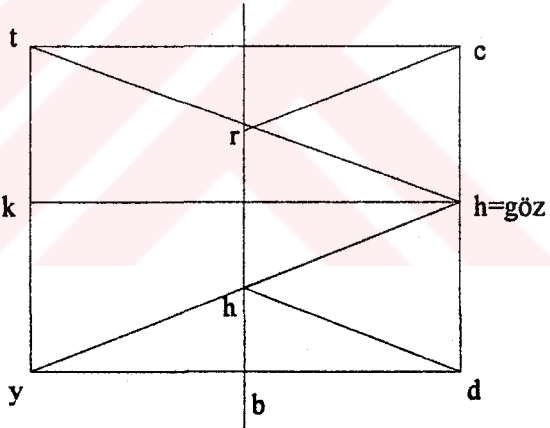
Bundan sonra yine aynı konuyla ilgili olarak Takîyüddîn çözümlerini sürdürmüştür. Yaptığı şey nesnenin aynaya olan konumunu değiştirmektir. Bir kez göz önüne ve bir kez de gözden öteye

doğru eğimli konulmuş nesnenin görüntü durumlarını belirlemiştir. Bunlardan ilginç olanlarından biri de göze doğru çok eğimli konuma getirilen nesnenin görüntüsünün aslından büyük olacağını belirten tesbitidir.

Buna göre, nesne aynı ayna üzerine ancak göz yönüne eğimli konulmuş olsun (şekil 40). Burada geliş açısının gördüğü yay olan DH, yansıma açısının gördüğü yay olan HH yayından daha küçüktür. Çünkü geliş açısının yayı, $DH-TH=DT$ ve yansıma açısının gördüğü yay ise $HH+TH=HT'$ 'dir. Bu durumda da yansımaya ortaya çıkan görüntü aslından daha büyük görünecektir.

Takîyüddîn daha sonra görüntünün aslına eşit olarak ortaya çıktığı bir durumu ele almıştır. Bunu için şekil 41'deki gibi bir konum oluşturmuştur.

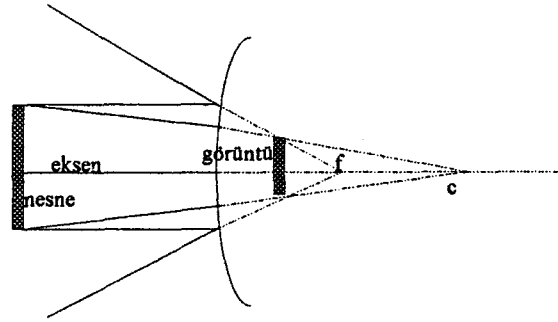
Burada nesne aynaya paralel bir konumda bulunmaktadır. Buna göre nesnenin C ucundan gelen ışın R noktasından, D ucundan gelen ışın da H noktasından göze H yansıyacaktır. Bu durumda



Şekil 41 : Takîyüddîn'e göre görüntünün aslına eşit olması.

görüntü bu uç noktalardan ayna yüzeyine indirilecek dikmelerin gözden gelen doğruyla kesiştikleri noktalarda ortaya çıkacaktır. Böylece

görüntü CT ve DY paralel doğrularının sınırladığı alanda kalacak ve aslına da eşit olacaktır.

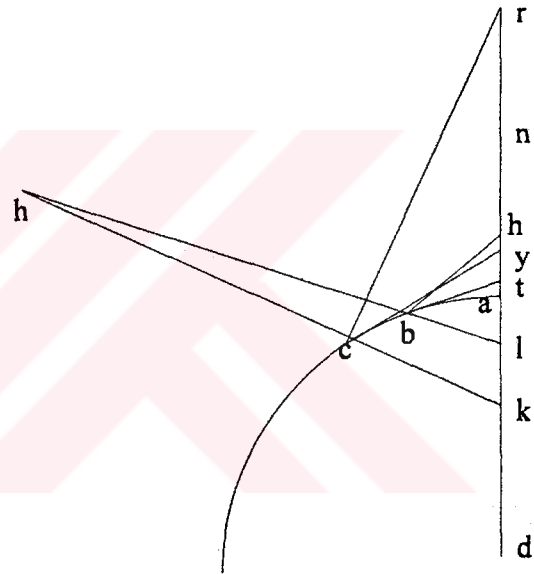


Şekil 42 : Tümsük aynada görüntü oluşumu

Takîyüddîn bundan sonra da konuyla ilgili açıklamalarını sürdürmüştür. Burada kullandığı temel argümanı ve kanıtlama yöntemi hep aynı olduğu için kullandığı her durumu tek tek ele almaya gerek duymadık.

İKİNCİ BÖLÜM

Bu bölüm tümsük küresel aynalarda oluşan görüntü kusurları konusundadır. Bu aynalarda oluşan görüntülerin temel özellikleri zahiri, düz ve aslından daha küçük olmalarıdır (şekil 42). Görüntü daima



Şekil 43 : Küresel tümsük aynada görüntü

aynanın gerisinde, ayna ve odak arasında bulunur.²⁴³ Bu aynalarda oluşumu

oluşan görüntünün aslından daha küçük olduğunu Takîyüddîn'de doğru olarak belirlemiştir.

²⁴³ Williams & Metcalfe & Trinklein & Lefler, ss. 341-342.; Whiteley, W.L., *General Physics*, University Tutorial Press Ltd., London, 1960, ss. 282-283.

Şunları belirtir: *...bu ayna tümsek bir küredir.... Bundan dolayı görüntü aslından daha küçük görünür.*²⁴⁴ Örneğin şekil 43'de RH nesnesinin R ucundan gelen ışın C'den yansıtacak, göze gelecektir. H ucundan gelen ışık da B'ye gelip yine göze yansıtacaktır. Böylece B ve C noktaları yansıma noktaları olacaktır. Nesnenin görüntü noktaları ise, görüntü oluşum kuralı gereği gözden gelen doğrularla nesneden ayna yüzeyine çizilen dikmenin birleştiği noktalarda olacağından, bu durumda L ve K noktaları olacaktır.

Görüldüğü gibi görüntü olan KL, nesneden RH, çok küçüktür, zahiridir ve aynanın arkasında ortaya çıkmıştır. Gerçekte bu aynalarda oluşan görüntülerin çeşitliliği çok değildir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Silindirik ve konik aynalarda oluşan görme kusurlarını ele aldığı bu bölümde Takîyüddîn haklı olarak, tümsek küresel aynada oluşan görüntü kusurlarıyla ilgili açıklamaların tümünün burada da geçerli olması nedeniyle, bu aynalardaki görüntü kusurlarını ayrıca tartışmıştır.

²⁴⁴ Takîyüddîn, ikinci kitap, altıncı bölüm, çeviri metin, s. 469.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Bu bölümde Taqîyüddîn daha önce dördüncü amaçta ortaya koyduğu küresel çukur aynada oluşan görüntüler ve niteliklerinden başka, bu kez de bu aynalarda ortaya çıkan görme kusurlarını tartışmıştır. Yapılan tartışmalar daha çok dördüncü amaçta ileri sürülenleri açıklayıcı niteliktedir. Örneğin, burada da tekrar bu durumların farklılığının çokluğundan dolayı, kusurların o ölçüde çok olduğu vurgulanmaktadır.

Burada ek olarak bu aynalarda ışığa, konuma, şekle, kütleyle, büyüklüğe v.b. görsel niteliklere bağlı olarak ortaya çıkan görme kusurlarından söz edilmektedir. Örneğin ışık konusu ele alınırken, öncelikle yansımadan dolayı gerçekte ışığın zayıflayacağı ancak bu aynaların ışıkları bir noktada toplama özelliğinden dolayı, yansıyan ışığın aslından daha kuvvetli olabileceğini ve hatta yanmaya yol açacağı belirtilmektedir. Yine aynı şekilde konuma bağlı olarak eğik ya da tümsekli olan bir nesnenin dümdüz görünebileceği belirtilmektedir. Her yönüyle başarılı gözlemlerden elde edilmiş bu açıklamalar tamamen doğrudurlar. Ayrıca bu bölümün başlangıcında yer alan Tarihsel Arka-plân'da çukur aynaların nesnelere yakmakta çok eski tarihlerden bu yana kullanıldığı da belirtilmişti.

Bilindiği üzere Güneş ışınları yeryüzüne hemen hemen paralel doğrularda ulaşırlar. Bu aynada oluşan görüntülerle ilgili temel kurallardan biri de hemen hemen sonsuz uzaklıkta gelen ışın çizgilerinin bu aynanın eksenine paralel olacağı ve bundan dolayı da odakta toplanacağıdır. Böylece ışığın tek bir noktada yoğunlaşması nedeniyle, eğer o noktada yanıcı bir nesne varsa, doğal olarak o nesne de yanacaktır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

Bu bölüm silindirik ve konik çukur aynalarda oluşan görme kusurları hakkındadır. Bu iki aynada da bazı durumlarda tıpkı küresel çukur aynada olduğu gibi görüntü bazen aslından daha büyük, bazen küçük ve bazen de eşit olur. Buradaki tek fark silindirik aynada görüntülerin silindir boyunca uzamış olması, konik aynada ise görüntüye bir kşeleşmenin eklenmesidir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TAKİYÜDDİN'İN ÜÇÜNCÜ KİTABININ ANALİZİ : KIRILMAYLA OLUŞAN GÖRÜNTÜLERİN İNCELENMESİ [DIOPTRICS]

I. TARİHSEL ARKA-PLÂN

I.1. GİRİŞ BÖLÜMÜ

Bir saydam ortamdan diğerine geçen bir ışık demetinin bir kısmı bu iki ortamı ayıran yüzey üzerinde yansırken, geriye kalan kısmı ise doğrultusunu değiştirerek diğer ortama girer. İşte ışığın bir saydam ortamdan diğerine geçerken doğrultusunu değiştirmesine kırılma denir. Yansımada olduğu gibi kırılmada da konunun incelenmesini sağlayacak temel bazı kurallar vardır. Bunlardan birincisi gelen ışın, kırılan ışın ve Normal aynı düzlemde bulunurlar. İkincisi ise belirli ortamlar için geliş açısının sinüsünün kırılma açısının sinüsüne oranı sabittir ($\sin i / \sin r = a$).

Her yönüyle yansımadan daha karmaşık olan kırılma optiği, bu nedenle gelişimini nisbeten daha geç tamamlamıştır. Nitekim yukarıda tanımladığımız ikinci kuralın bu şekliyle ifade edilmesi için 17. yüzyıla kadar beklemek gerekmiştir. Bununla birlikte konuyla ilgili çalışmaların başlangıcı ise oldukça eskidir. Ancak belirli bir yöntem dahilinde incelemeye konu edilmesine Antik Yunan'da rastlamaktayız.

I.2. ANTİKÇAĞ'DAKİ DURUM

a) Cleomedes (M.S. 1. yüzyıl)

Cleomedes *Göksel Nesnelerin Dairesel Hareketi Üzerine* adlı yapıtında, Güneşin ufuktayken tepedekinden daha büyük görünmesinin nedenini açıklamaya çalışır. Ona göre, ufukta hava tabakası tepedekine göre daha yoğun ve nemlidir. Bu nedenle ışık bu hava ile karşılaştığında kırılır. Bundan dolayı Güneş ufuktayken bize olduğundan daha büyük görünür. Tıpkı suya batırılan nesnelerin görünüşünün değişmesi gibi. Cleomedes'e göre bu tür yanılgılar görmemizde ortaya çıkan yanılgılardır ve görünen nesneyle ilgisi yoktur.²⁴⁵

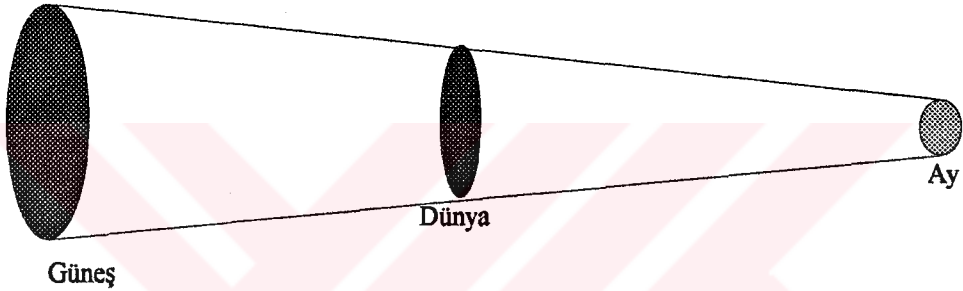
Cleomedes'in bu belirlemeleri ilginç olmakla birlikte, Güneş ya da Ayın ufka yakinken daha büyük görünmesinin nedeni olarak ufukta atmosferin daha yoğun ve nemli olmasını göstermesi doğru değildir. Çünkü gerçekte her ne kadar atmosfer görüşümüzü etkiliyorsa da bu etki ışınların kırılması ve nesnelerin daha kırmızı görünmesiyle sınırlıdır; nesnenin boyutundaki değişmeyle ilgili değildir. Kısacası atmosfer Ayın kırmızımsı görünmesine neden olur ancak onun görünen boyutunu

²⁴⁵ Cohen & Drabkin, s. 283.

büyültmez. Gerçekte bu olgu nasıl, niçin ve ne olduğu henüz çözümlenememiş bir yanılsamadır.²⁴⁶ Ancak Cleomedes'in bu olguya yıllar öncesinden dikkat çekmiş olması önemlidir.

Cleomedes'in kırılmayla ilgili diğer bir çalışması da kendisinden önce ortaya atılan ve hem Ay hem de Güneş ufkun üstündeyken tutulmanın olanaklı olduğunu savunan bir söylentiye yine atmosfer kırılmasına dayanarak açıklamaya çalışmasıdır (şekil 44).

Cleomedes'e göre günlük yaşantımızda da benzeri pek çok durumla



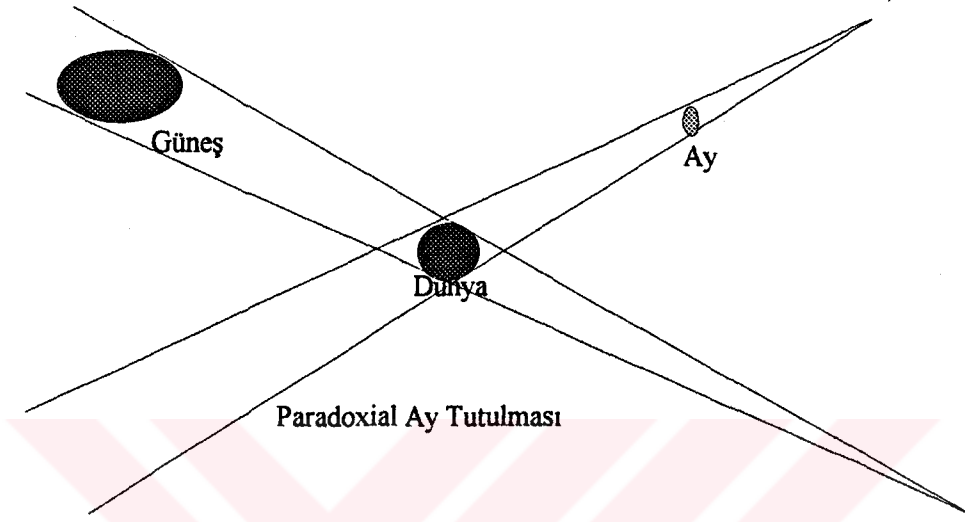
Şekil 44 : Ay tutulması.

karşılaşmaktayız. Örneğin boş olan bir kabın içindeki bir parayı göremezken, su ile doldurulduğunda görür hale gelmemiz bunun en güzel kanıtıdır. Tıpkı bu örnekte olduğu gibi, atmosferdeki kırılmadan dolayı Ay, Dünya ve Güneş aynı düzlemde bulunmalarına karşın, biz Ay ve Güneşi ufkun üzerindeymiş gibi görebiliriz ve bu durumda tutulma da olanaklı olabilir. **Paradoxial** tutulma²⁴⁷ (şekil 45) adı verilen bu olguya da dikkat çekmesi, kırılma konusunun ayrıntılandırılabilmesine yardımcı olması bakımından önemli olmak birlikte, Cleomedes'te henüz kırılma

²⁴⁶ Derman, Ethem İ., "Ay Doğarken Niçin Büyüktür ?", *Bilim ve Teknik*, 14, sayı 158, Ankara, 1981, s. 38.

²⁴⁷ Cohen & Drabkin, s. 284.

optiğinin bir bütünsellik içinde ve değişik pek çok olgunun gözlenmesi ve açıklanmasıyla karşılaşmadığımız da açık bir gerçektir. Kırılma optiğindeki bu türden bir çabaya yine Antikçağ'da Batlamyus'da rastlamaktayız.



Şekil 45

b) Batlamyus

Yansıma konusunda gösterdiği titizliği kırılma konusunda da aynen yineleyen Batlamyus, yaptığı deneylerle konuyu önemli ölçüde aydınlatmıştır. Bu konuda verdiği yapıtın zamanımıza kısmen ulaşmış olması, düşüncelerinin pek çok önemli ayrıntısının saptanmasını

engellemekteyse de, onun başyapıtı olan *Almagest*'te ve *Optik* ile ilgili yapıtından kalan parçalardan yararlanarak çalışmaları üzerine konuşabilmek olanaklı olmaktadır.²⁴⁸

Gerçekte Batlamyus, ışığın bir ortamdan diğerine geçmesi ve iki ortam arasındaki yoğunluk farkından dolayı yön değiştirmesi arasındaki nedensel ilişkinin farkındaydı ve az yoğunundan çok yoğununa geçerken Normal yönünde, ve tersi durumda ise Normalden öteye doğru yöneldiğini, aynı zamanda orjinal yoldan sapmanın miktarının da yoğunluk farkına bağlı olduğunu, yani daha büyük farkın daha büyük sapma demek olduğunu biliyordu.²⁴⁹ Nitekim onun bu konuyu ele alırken benimsediği bazı prensiplerden bunu açıkça görmek olanaklıdır.

1. Görsel ışın az yoğunundan çok yoğununa ya da tersi geçtiğinde yön değiştirir.

2. Görsel ışın doğrusal çizgilerde yayılır ve doğal olarak farklı yoğunluklu iki ortam arasındaki sınırı oluşturan yüzeyde bükülür.

3. Bu bükülme eşit açılarda meydana gelmez, fakat belirli niceliksel bir ilişkiye sahiptirler.

4. Görüntü gözden çıkan ve kırılan ışının birinci kısmını oluşturan doğrusal hattın devamında ortaya çıkar.²⁵⁰

Batlamyus ortam farklılıklarından dolayı ışığın uğradığı değişimleri, aynı zamanda kırılma kanununu da içerecek şekilde deneysel olarak

²⁴⁸ Lindberg, 1976, ss. 14-17; Sayılı, 1984, s. 220.

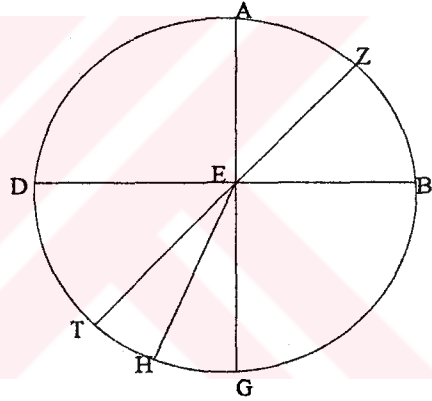
²⁴⁹ Sabra, 1967, s. 93.

²⁵⁰ Cohen & Drabkin, s. 272.

göstermeye çalışmış ve çeşitli ortamlardaki kırılma derecelerini gösteren kırılma cetvelleri de hazırlamıştır.

Batlamyus, yansımada olduğu gibi kırılma konusunu da deneysel olarak inceleyebilmek için bir araç yapmış ve bununla farklı ortamlarda ilerleyen ışığın uğradığı değişimleri, onar derecelik açılar halinde belirlemek için ölçümler yapmıştır. Onun konuyla ilgili olarak hazırlamış olduğu araç daha sonra geliştirilerek uzun yıllar İslâm dünyasında da kırılma deneylerinde sıklıkla kullanılmıştır. Bu nedenle yaptığı araçtan ve deneylerinden söz etmek yararlı olacaktır.

Batlamyus bu aracı yapabilmek için öncelikle yansıma ölçme aracında olduğu gibi, bakırdan dairesel bir levha alıyor. Bunu birbirine dik iki çapla (AEG ve BED) bölüyor. Daha sonra ortaya çıkan dört çeyrek yaydan ikisini, DEG ve BEG, onar derecelik yaylar halinde bölüyor (şekil 46). Mevcut haliyle bu aracı saf suya, dereceli kısmı su içerisinde kalmak üzere yerleştiriyor.

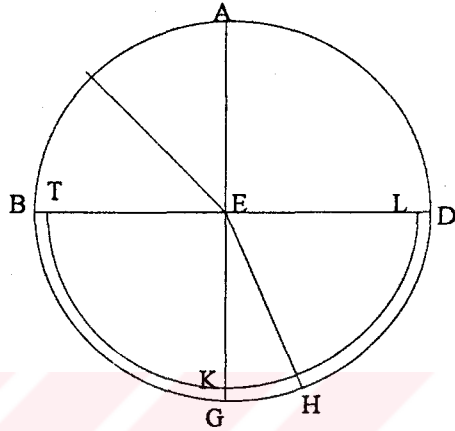


Şekil 46: Batlamyus'un kırılma ölçümlerinde kullandığı araç.

Sonra belirli açılarla gönderdiği ışık demetinin su içinde Normal ile yaptığı açığı belirliyor. Bu işlemi bütün açılar için yineleyerek, ışığın havadan suya geçme durumunda oluşan kırılma açılarının cetvelini elde ediyor. Aynı işlemi havadan cama geçme durumunda gerçekleştirebilmek için ise, aynı yuvarlak metal levhanın su altında kalan kısmı büyüklüğünde yarım daire şeklinde cam bir levha keserek

oraya yerleştiriyor (şekil 47). Yine derece derece ölçüm yaparak havadan cama geçme durumunda oluşan kırılma açılarının cetvellerini oluşturuyor. Camdan havaya geçme durumunda ise bu camlı kısmı geliş ortamı olarak düzenlemesi yeterli oluyor.

Batlamyus böylece bütün ortamlar için ışığın geliş ve kırılma açılarını veren bir kırılma cetveli oluşturabilmiştir. Ancak tablo 1'de görüldüğü üzere, verdiği değerler küçük açılar dışında tutarlı değildir. Bununla birlikte o yüzeye dik gelen ışığın kırılmadığını, diğer durumlarda da gelme açısına uygun bir kırılma açısıyla



Şekil 47: Batlamyus'un havadan cama giren ışığın oluşturduğu kırılma açılarını ölçmekte kullandığı araç.

kırdığını belirlemiş, havadan cama, havadan suya ve sudan cama geçme durumlarında oluşan kırılma miktarlarını cetveller halinde vermiştir. Bu çabaları sonucunda ne yazık ki kırılma kanununu elde edememiştir. Ancak Batlamyus'un kırılma olayını böylesine ayrıntılı olarak ele alması ve cetveller hazırlaması, optiğin matematikselleşmesi açısından son derece önemlidir ve bu bakımdan kendisi Antikçağ optikçileri arasında en önemli yeri işgal eder.

TABLO I
Havadan cama geçme durumu

gelme açısı i	kırılma açısı r	i/r	sini /sinr	bugünkü r	i/r	sini/sinr
0°	0°	-		0		
10°	7°	1.43	1.425	6°.7'	1.50	1.5
20°	13°30'	1.48	1.465	13°.3'	1.50	1.5
30°	19°30'	1.54	1.498	19°.6'	1.53	1.5
40°	25°	1.60	1.521	25°.2'	1.59	1.5
50°	30°	1.67	1.531	30°.7'	1.63	1.5
60°	34°30'	1.74	1.529	35°.1'	1.71	1.5
70°	38°30'	1.82	1.509	38°.6'	1.81	1.5
80°	42°	1.91	1.472	40°.6'	1.97	1.5

I.3. İSLÂM DÜNYASI

a) İbn el-Heysem

Yansıma optiğinde gösterdiği olağanüstü başarıyı hemen hemen kırılma konusunda da gösteren İbn el-Heysem, optik kırılmayı açıklamak için de yine mekanik analogilere başvurmuş ve ışığın kırılmasını, fırlatılan bir taşın daha çok ya da daha az direngen başka bir ortama geçmesiyle hareketinde meydana gelen değişmeyle karşılaştırma yoluna gitmiştir.

Kitâb el-Menâzır'ın yedinci yani son kitabı bu konuya ayrılmıştır. Burada o öncelikle ışığın niçin gelme ortamından daha yoğun bir ortamın yüzeyine çarptığında kırıldığını açıklamış yani yansımada olduğu gibi, kırılmanın da nedensel analizini vermeye çalışmıştır. İbn el-Heysem'e göre ışık saydam nesnelere çok büyük bir hızla hareket eder ve hızı az yoğun olan ortamlarda çok yoğun ortamlara göre daha fazladır. Bütün saydam nesnelere yoğunlukları oranında ışığın hareketine karşı koyarlar. Daha fazla yoğunluk daha fazla direnç demektir. Ancak bu direnç, hareketi bütünüyle etkisiz hale getirecek kadar fazla değilse, o zaman

harekette yalnızca zayıflama söz konusu olur.²⁵¹ Bu gözlemleri sonucunda İbn el-Heysem, ışığın geçmesine izin veren saydam ve engelleyen opak ortamlarda hızın azaldığını, opaklığın arttığı oranda da Normale doğru büküldüğünü belirleyebilmiştir.²⁵² Burada dikkatimizi çekmesi gereken ilk şey, İbn el-Heysem'in yoğun ortamda ışığın hızının azaldığını belirtmesidir. Bu belirleme, her ne kadar kendisi açıkça söylememiş olsa da, ışığın mahiyetini parçacık olarak kabul ettiği anlamına gelmektedir.

İbn el-Heysem, katı bir nesnenin bir dik boyunca fırlatıldığında, karşısındaki sabit bir nesneyi, her hangi diğer bir yönden daha kolay kırıldığı yaygın gözlemine dayanarak, yansımada olduğu gibi, kırılmada da genel bir ilke elde etmiştir: **dik hareket daha güçlü ve kolaydır; dike yakın eğimli hareket, uzak olan hareketten daha kolaydır.**²⁵³

Bu ilke ve mekanik analogilerden yararlanarak kırılmanın nedensel açıklaması yapılabilir: dik ışın o doğrultu boyunca ortaya çıkan hareketin gücünden dolayı, tıpkı demir bir bilyanın dik olarak fırlatıldığında madeni bir levhayı kolaylıkla kırması gibi, aynı doğrultuda - kırılmaksızın- yoğun ortama girebilir; eğimli ışın ise aynı doğrultuda devam etmek için yeterince güçlü olmadığından, ortama daha rahat girebileceği diğer bir yöne, yani Normale doğru döner, tıpkı keskin bir

²⁵¹ Sabra, 1976, ss. 93-95.

²⁵² Winter, s. 201.

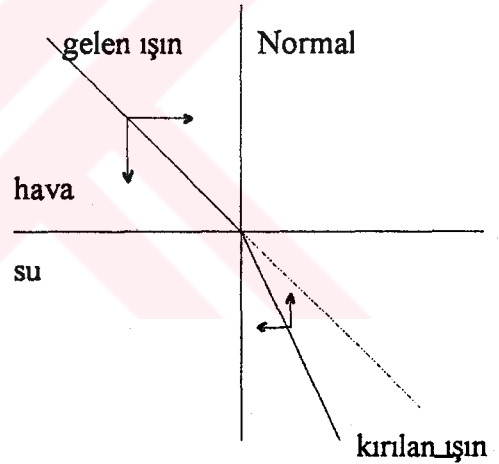
²⁵³ Sabra, 1967, ss. 95-96.

kılıcın tahta parçasını yatay olarak kesmekte zorlanması, buna karşılık dikey olarak daha rahat kesmesi gibi.²⁵⁴

İbn el-Heysem, yansımada olduğu gibi, kırılma konusunda da ortaya çıkan hareketi biri dik, diğeri ise kırılma yüzeyine paralel olmak üzere iki kısma bölmüş, ikinciye değişmeden bırakırken, birincisinin hızlanacağını ya da yavaşlayacağını tasarlamıştır.²⁵⁵ Böylece kırılmada da **hızlar dörtgenini** (şekil 48) kullanmış olan İbn el-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 Normale doğru bükülecek, az yoğunla girdiğinde ise Normalden öteye yönelecektir.

Kırılan ışığın izlediği yolu belirleyen bu açıklamalara göre, ışık daima **en kolay ve en hızlı** yolu izlemektedir. İbn el-Heysem'in bu belirlemeleri Fermat'ın **en az zaman ilkesi**'nin öncellenmesi olarak değerlendirilmiştir.²⁵⁶

Her yönüyle kırılma konusuna da büyük bir derinlik kazandırdığı anlaşılan İbn el-Heysem bu çalışmalarını, ışığın geliş ve kırılma açıları arasındaki ilişkiyi, başka bir



Şekil 48 : İbn el-Heysem'e göre kırılma geometrisi

²⁵⁴ Sabra, 1967, s. 96; Lindberg, 1976, s. 75.

²⁵⁵ Ronchi, s. 56; Sabra, 1967, ss. 96-97.

²⁵⁶ Winter, s. 201.

deyişle ışığın saydam ortamlarda izleyeceği yolları belirleyen, sekiz kural halinde özetlemiştir:

$$1. d^2 > d^1$$

$$2. d^2 - d^1 < i^2 - i^1$$

$$3. d^2 / i^2 > d^1 / i^1$$

$$4. r^2 > r^1$$

5. $d < \frac{1}{2}i$ (az yoğunundan çok yoğuna geçerken oluşan kırılma durumunda)

6. $d < \frac{1}{2}(i+d)$ [$d < \frac{1}{2}r$] (çok yoğunundan az yoğuna geçerken oluşan kırılma durumunda)

7. Yoğun ortam ışığı Normale doğru,

8. Az yoğun ortam ışığı Normalden öteye doğru bükülür.²⁵⁷

Bütün bu belirlemelerine rağmen, İbn el-Heysem sinüs kanununu elde etmek için bir girişimde bulunmamıştır. Ancak onun paralelogram (hızlar dörtgeni) yöntemiyle sinüs kanununa ulaşmak olanaksız değildir. Özellikle çok yoğunundan az yoğuna geçerken oluşan kırılma durumunda bunu açıkça görmek olanaklıdır. Buna göre ışın, bir taşın havada sudan daha kolay ve çabuk hareket etmesi gibi, az yoğununda daha az dirençle karşılaşacaktır. O burada direncin özellikle yüzeye paralel bileşen yönünde etkili olduğunu varsaymaktadır. Çünkü o yöndeki direnç yoğun ortamda az yoğun ortama göre büyük olduğundan ışın Normalden öteye

²⁵⁷ Sabra, 1972, s. 194.

bükülecektir. Bu durumda kırılma hızı da geliş hızından daha büyük olacaktır. Ancak İbn el-Heysem dik bileşenin hızının ne olacağını söylememektedir. Bu durumda paralel hızdaki büyüme, sapma Normalden öteye olduğundan, matematiksel olarak şu üç seçenekten birisine uygunluk gösterecektir: dikey hız artabilir, azalabilir ya da sabit kalabilir. Şimdi İbn el-Heysem'in paralel hızdaki artışı sabit bir oran olarak kabul ettiği düşünülürse, onun bu düşüncesini şöyle ifade etmek olanaklı olur:

$$V_r \cdot \sin r = m \cdot V_i \cdot \sin i(1)$$

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

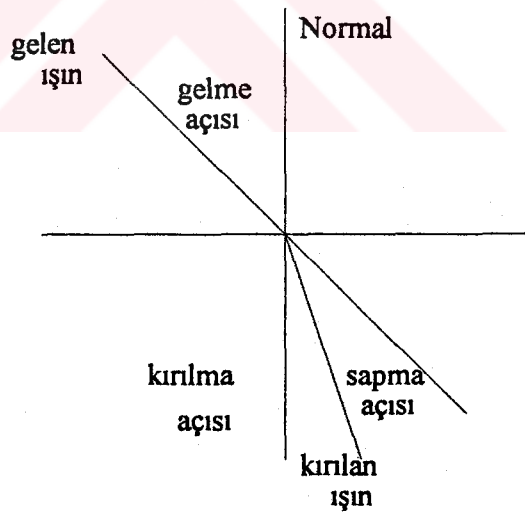
$$V_r = n \cdot V_i (2)$$

elde edilir. Buradaki n de sabit bir değerdir. Bu durumda sonuç şöyle olur:

$$\sin i / \sin r = m/n (3)$$

Bu ise kırılma kanununun geometrik bir ifadesidir. İbn el-Heysem böyle bir girişimde

bulunmamıştır. Ancak görünen odur



Şekil 49 : Kırılma açısının gösterimi

ki bu varsayımdan sinüs kanununa ulaşmak olanaklıdır.²⁵⁸ Bundan dolayı onun bu kırılma açıklaması, kırılma kanununun elde edilmiş sürecinde çok önemli bir adımı oluşturmaktadır. Çünkü İbn el-Heysem'in hızlar dörtgeni yöntemini değişik ortamlardaki ışık hızlarına uygulaması, gelen ve kırılan ışınları, birbirinden ayrı düşünülen iki dikey parça olarak gören yeni bir düşünce şekli geliştirilmesine yol açmış ve bu yaklaşım biçimi daha sonra Witelo, Kepler, ve Descartes (1596 - 1650)'in dikkatini çekmiştir.²⁵⁹ Nitekim Descartes fiziksel temelini göstermeksizin, teorik olarak, bu kanunu iki varsayımdan çıkarmıştır. Bunlardan biri İbn el-Heysem'in ikinci varsayımıyla özdeşdir. Diğer de birinci varsayımdan elde edilmiştir, ancak m yerine I konulmuştur.²⁶⁰ Pratik olarak kırılma açılarının bütün sonuçları Descartes'in *Dioptrics*'i yayınlanıncaya kadar, hemen tamamen İbn el-Heysem'e bağlıdır ve Descartes'in fikri de büyük oranda, ya doğrudan doğruya İbn el-Heysem'in *Kitab el-Menâzır*'ının Risner edisyonundan, ya da dolaylı olarak Witelo ve Kepler'den türetmiş olabileceği düşüncelere dayanmaktadır. Nitekim Ronchi de Descartes'in kırılma kanununu İbn el-Heysem'in dayandığı uslamlamaya benzer bir uslamlamayla gösterdiğini savunmaktadır.²⁶¹

Bütün bu çalışmaları da dahil olmak üzere İbn el-Heysem, Batlamyus sonrası en kapsamlı kırılma deneylerini de gerçekleştirmiş bir bilim adamıdır. Bu deneyleri iki gruba ayırılır: 1) iki ortam arasındaki

²⁵⁸ Sabra, 1967, ss. 97-98.

²⁵⁹ Sabra, 1967, ss. 97-98; Lindberg, 1976, s. 86.

²⁶⁰ Sabra, 1967, s. 98.

²⁶¹ Ronchi, s. 117.

ayrılım yüzeyinin düz olduğu durumlarda oluşan kırılmayla ilgili olanlar; 2) eğri yüzeylerde oluşan kırılmayla ilgili olanlar.²⁶² Bu deneylerinde İbn el-Heysem, kırılma açılarını 10'ar derecelik açılarla büyüyen geliş açılara uygun olarak elde etmiş ve sonuçlarını *Kitab el-Menâzır*'ın VII. kitabının üçüncü bölümünde açıklamıştır. Burada anlaşılan odur ki, İbn el-Heysem de tıpkı Batlamyus gibi, i/r oranına dayanarak çalışmış ve bu oranın i'nin büyümesiyle büyüdüğünü göstermeyi denemiştir. Ancak yukarıda da değindiğimiz gibi sinüs kanununa ulaşamamıştır.

b) Kemâlüddîn el-Fârîsî

Kemâlüddîn el-Fârîsî, İbn el-Heysem'in *Kitab el-Menâzır*'ına koşt olarak, *Tenkih el-Menâzır*'ın yedinci makalesini²⁶³ kırılmaya, yani kendi deyimiyle saydam ortamların ötesinde bulunan nesnelere gözün algılamasıyla oluşan görme konusuna ayırmıştır.²⁶⁴

Konu burada yedi bölüm halinde ele alınmıştır. 1. bölüm makalenin girişidir. 2. bölüm ışığın saydam nesnelere [ya da ortamlara] doğrusal çizgilerde nüfuz etmesi ve ortamın saydamlığına bağlı olarak

²⁶² Winter, s. 202.

²⁶³ İbn el-Heysem'in kitabı da yedi kitaptan oluşmaktadır ve o da yedinci kitabını kırılma konusuna ayırmıştır.

²⁶⁴ Kemâlüddîn el-Fârîsî, *Tenkih el-Menâzır*, 2. cilt, Haydarabad, 1928, s. 112.

eğimlenmesi yani kırılması, 3. bölüm böylesi ortamlarda kırılan ışığın nitelikleri, 4. bölüm saydam ortamların gerisinde bulunan nesnelere gözün algılaması, 5. bölüm görüntü, 6. bölüm gözün kırılmayla algıladığı nesnelere nitelikleri, 7. bölüm ise kırılmadan dolayı oluşan görme kusurları konularına ayrılmıştır.²⁶⁵

Giriş bölümünde diğer altı bölümün konularını açıklayan Kemâlüddîn el-Fârîsî, birinci bölümde ise genelde görmenin üç şekilde gerçekleşebildiğini belirtmektedir. Buna göre; 1. doğrudan görme, 2. yansıma aracılığıyla görme, ve 3. saydam bir ortamın gerisinde bulunan nesnenin, ortamın saydamlığından dolayı ortaya çıkan kırılma aracılığıyla görülmesi.²⁶⁶

İkinci bölümde ise, ışığın saydam ortama doğrusal çizgilerde nüfuz etmesi ve ortamın saydamlığından dolayı da kırılmaya uğraması tartışılmaktadır. Burada Kemâlüddîn el-Fârîsî konuyu beş aşamada incelemiştir. Buna göre;

1. Işık nüfuz ettiği saydam ortamlar şunlardır:

- a) Hava
- b) Su
- c) Cam
- d) Saydam taşlar (değerli taşlar/camlar)²⁶⁷

²⁶⁵ Kemâlüddîn el-Fârîsî, 2. cilt, s. 112.

²⁶⁶ Kemâlüddîn el-Fârîsî, 2. cilt, s. 112.

²⁶⁷ Kemâlüddîn el-Fârîsî, 2. cilt, s. 112.

2. Işık saydam ortam tarafından eğimlendirilirse, ki bu ortam düzlem ya da küresel yüzeyli olabilir, bu durumda o ortam içerisinde, ilk doğrultusunda sapan ışın diğer bir doğrultu boyunca yol alır. Öyleki geliş hattını da çevreleyen bir hat boyunca ve belirli bir açıyla, yani kırılma açısıyla devam eder.²⁶⁸

3. Işığın ortamın üzerinde düştüğü yerden bir dikme çıktığını ve ışığın başlangıç ve düşme (bitiş) noktalarından geçen düzlem yüzeyin de ortamın yüzeyine dik olduğunu varsayalım; bu durumda o noktada çıktığı varsayılan dikme aynı zamanda ışığın kırıldığı hat olur. Kemâlüddîn el-Fârîsî burada ayrıca bir bilgi olarak da ışığın düştüğü yüzeyin parlak olması halinde, o yüzeyden aynı zamanda ışığın yansıtacağını ve bundan dolayı da kırılma yüzeyinin bir yansıma yüzeyi haline geleceğini de belirtmektedir.²⁶⁹

4. Işığın girdiği ortam az yoğunsa ışık Normalden öteye ve çok yoğunsa Normale doğru kırılır.²⁷⁰

5. Kırılma açısı, ışığın düştüğü ortamın niteliğine göre, geliş açısından ya büyük ya da daha küçük olur. Yani ışık az yoğunu giriyorsa, kırılma açısı daha büyük, tersi durumdaysa daha küçük olur.²⁷¹

Böylece ışığın ortam farklıklarında uğradığı değişimleri ana çizgileriyle tanımlayan Kemâlüddîn el-Fârîsî, bundan sonra oluşturduğu bir araçla çeşitli ortamlar için deneyler yapmıştır. Deneyini aynı

²⁶⁸ Kemâlüddîn el-Fârîsî, 2. cilt, s. 112-113.

²⁶⁹ Kemâlüddîn el-Fârîsî, 2. cilt, ss. 113-114.

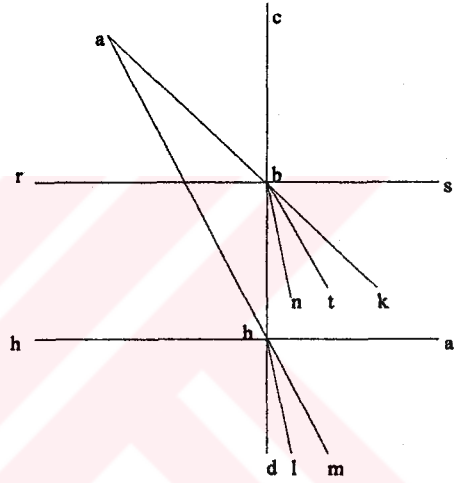
²⁷⁰ Kemâlüddîn el-Fârîsî, 2. cilt, s. 114.

²⁷¹ Kemâlüddîn el-Fârîsî, 2. cilt, ss. 114-115.

zamanda küresel ve düzlem yüzeyli nesnelere de yaparak ayrıntılandırmıştır.

Daha sonra "**Bütün Amaçlarda Kanıtlamanın Tamamlanması**" başlığını verdiği bir paragrafta, Güneş ışığının ister doğrudan isterse ışıklandırılmış nesneden gelsin, ve ister kuvvetli ister zayıf olsun, doğrusal çizgilerde yol aldığını ve ilineksel ışıkla da kırılma konusunun incelenebileceğini belirtmektedir.²⁷²

"**Amaca Ek**" adını verdiği kısa bölümde de daha önce ışığın ışıklı nesnenin üzerindeki her noktadan karşısındaki her yöne doğru, doğrusal çizgilerde yayıldığını belirttiğini söz konusu edip, eğer bu ışınların saydam ortama dik olarak girerlerse aynı doğrultuda, eğer eğimli gelirlerse ortama bağlı olarak sapmaya uğrayacağını belirtmektedir.²⁷³



Şekil 50 : Az yoğunluktan çok yoğunluğa geçerken oluşan kırılma.

Ayrıca Kemâlüddîn el-Fârîsî'ye göre eğer ışık algılanamayacak kadar çok hızlı bir hareketle saydam cisme nüfuz ederse, ortamın yoğunluğu hareketi engelleyecektir. Aynı zamanda az yoğunluktaki hareket

²⁷² Kemâlüddîn el-Fârîsî, 2. cilt, s. 129..

²⁷³ Kemâlüddîn el-Fârîsî, 2. cilt, s. 129.

çok yoğundaki hareketten daha kolaydır. Başka bir deyişle çok yoğun cisim [ortam] ışığı az yoğun cisimden daha çok engeller.²⁷⁴

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

1. Burada Kemâlüddîn el-Fârîsî kırılma açılarının miktarlarının, geliş açlarına bağlı olarak değiştiğini belirtir.²⁷⁵ Açıklamalarının devamında aşağıdaki şekli (şekil 50) verir ve şu orantıları yazar.

$\angle TBK$ ve $\angle LHM$ kırılma açılarıdır. $\angle AHH > \angle ABR$; $\angle ASR = \angle AHH > \angle ABR$; $\angle LHM > \angle TBK$.

2. İkinci maddede ise bu açıların birbirlerine olan oranları verilmiştir. Şöyleki:

$$\frac{\angle LHM}{\angle AHH} > \frac{\angle TBK}{\angle ABR}$$

3. Kemâlüddîn el-Fârîsî, üçüncü alt bölümde ise bu açıların birbirlerine olan farklarını belirtmiştir. Buna göre;

$\angle LHM$ 'nin $\angle TBK$ 'dan farkı $\angle AHH$ 'nin $\angle ABR$ 'na olan farkından daha azdır. Yani,

$$\angle LHM - \angle TBK < \angle AHH - \angle ABR \text{ dir.}$$

²⁷⁴ Kemâlüddîn el-Fârîsî, 2. cilt, ss. 130-131.

²⁷⁵ Kemâlüddîn el-Fârîsî, 2. cilt, s. 133.

4. Dördüncü maddede ise bakiyelerin farkını ele almıştır. Buna göre $\angle AHH - \angle LHM = \angle MHA > \angle ABR - \angle TBK = \angle KBS$ 'dir.

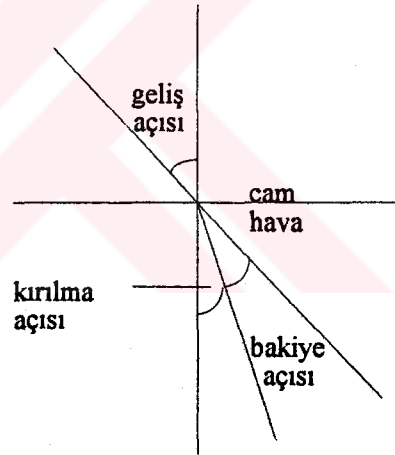
5. Burada ise daha yoğun ortamdaki kırılma açıları üzerinde durmaktadır. Buna göre $\angle KBT$ daima geliş açısının (yani ABR) yarısından daha azdır.

$$\angle KBT < \angle ABR/2$$

6. Altıncı maddede ise az yoğun ortamdaki kırılma açıları üzerinde durmaktadır. Buna göre az yoğun ortamdaki kırılma açısı iki açının toplamının yarısından daha azdır.

$$\angle TBN < \angle ABR/2$$

7. Yedinci kısımda ise şu prensibi ortaya koyar: Ortamdaki az yoğun cisimdeki geliş açısının kırılma açısı, eğer ikinci durumdaki geliş açısı birinci durumdaki geliş açısının bakiyesi kadar ise, birinci durumun yer aldığı ortamdaki geliş açısının gerektirdiği kadardır.²⁷⁶



Şekil 51 : Az yoğun ortamdaki kırılma.

Bundan sonra Kemâlüddîn el-Fârîsî kırılmanın camdan havaya geçme durumunda olduğunda açığa çıkan kırılma açılarının miktarları üzerinde durmuştur. Ona göre, camdaki geliş açısı havadaki bakiye kadar

²⁷⁶ Kemâlüddîn el-Fârîsî, 2. cilt, ss. 133-134.

olduğunda, camdan havaya geçerken oluşan kırılma havadan cama geçme durumunda oluşan kırılma açısının miktarı kadar olur.²⁷⁷

Dördüncü bölümde ise Kemâlüddîn el-Fârîsî, saydam ortamın gerisinde bulunan gözün nesnelere algılaması konusunu tartışmaktadır. Burada söz konusu edilen nesne Normale eğimli olarak bulunan nesnedir. Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin getirdiği temel savunmalar şunlardır. Böyle bir durumda göz algıladığı nesneyi aynı zamanda rengiyle de algılar. Göz farklı bir ortam içerisinde bulunan bir nesneyi ya doğrusal ya da eğimli olarak algılar. Birinci durumdaki görme doğrudan görme, diğerinde ise kırılmayla oluşan görme söz konusudur.²⁷⁸ Doğrudan yayılan ışıkta olduğu gibi, kırılmada söz konusu olan ışıkta bir koni oluşturur. Bu koninin tabanı kırılma yüzeyinde, tepesi de gözde bulunur.²⁷⁹

Beşinci bölümü de görüntü konusuna ayıran Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin burada savunduğu temel fikirler ise şunlardır:

1. Görüntü, gözün saydam bir ortamın gerisinde bulunan nesneden algıladığı surettir. Eğer göz, ortamın yüzeyine inen dikmeye eğimliyse, bu durumda gözün algıladığı nesnenin kendisi değil, suretidir. Bu surete görüntü [hayâl] denir. Gerçekte nesne göz doğrultusunda değildir. Kırılmayla onun konumu değişmiştir. Ancak gözlemci nesneyi bir doğrultu üzerinde algılar ve kırılmayı farketmez.²⁸⁰

²⁷⁷ Kemâlüddîn el-Fârîsî, 2. cilt, s. 139

²⁷⁸ Kemâlüddîn el-Fârîsî, 2. cilt, s. 140.

²⁷⁹ Kemâlüddîn el-Fârîsî, 2. cilt, ss. 149-150.

²⁸⁰ Kemâlüddîn el-Fârîsî, 2. cilt, ss. 157-158.

2. Nesnenin her noktasının görüntüsü, ortamın yüzeyindeki bu noktanın dışındaki dikme ve kırılma konumuna uzayan ışın hattı arasında kalan ortak kesit üzerindedir (şekil 52).²⁸¹ Yani Normal ve gelen ışının kırılma yüzeyi üzerine düştüğü nokta arasında yer alır. Burada;

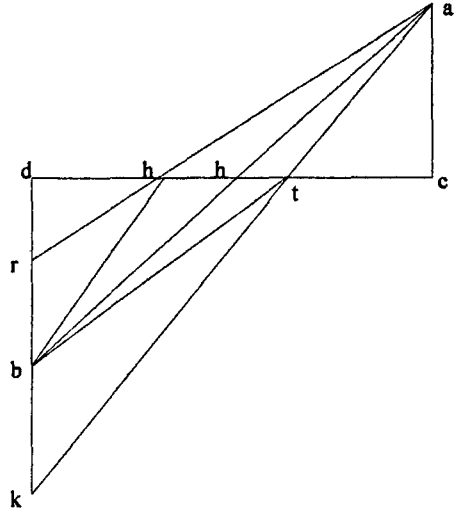
A= göz; B= nesne

DC= kırılma kesiti

$DC \perp DB$; $AC \perp DC$ 'dir.

Buna göre, eğer B nesnesinin bulunduğu ortam gözün bulunduğu ortamdaki az yoğunsa, bu durumda AB ışını H noktasında yüzeye ulaşacak ve Normalden öteye doğru kırılmaya uğrayacaktır. Aksi durumda ise Normale doğru kırılacaktır. Birinci durumda nesne gerçek konumunun üstünde, yani R'de, ikinci durumda ise gerçek konumunun altında, yani K'da bulunacaktır. Ancak her iki durumda da görüntü noktaları Normal ve gelen ışın çizgisinin sınırladığı alanda bulunacaktır.

3. Gözün karşısında bulunan her ortamın yüzeyi, ya düz, ya dairesel ya da küreseldir; ve göz bu ortamların gerisinde bulunan her noktayı kırılmayla algılar.²⁸²



Şekil 52 : Farklı ortamlardaki bir nesnenin görüntü konumları.

²⁸¹ Kemâlüddin el-Fârisî, 2. cilt, ss. 158-159.

²⁸² Kemâlüddin el-Fârisî, 2. cilt, s. 164.

Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin bu temel belirlemeleri bize İbn el-Heşem'in oluşturduğu yeni optik geleneğin 14. yüzyılda ne denli etkin olduğunu göstermesi bakımından oldukça ilginçtir. Çünkü yukarıdaki sayfalarda Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin, İbn el-Heşem'in temel argümanlarına hiç bir köklü katkı yapamadığı açıkça gösterilmektedir. Böylece Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin de kırılmanın ikinci temel kanununa yani bugünkü söylemiyle sinüs kanununa ulaşamadığı anlaşılmaktadır.

Böylece ulaştığı sonuçlar bakımından İbn el-Heşem'i aşamamış olan Kemâlüddîn el-Fârîsî aynı zamanda konuların ele alınış tarzı bakımından da İbn el-Heşem'i adım adım izlemiştir. Örneğin, o da kırılma deneylerini iki temel üzerine oturtmuştur. Bunlardan birisi düzlem yüzeyli ortamlarda oluşan kırılma ve diğeri de eğri yüzeyli ortamlarda oluşan kırılma. Bu ikinci tip kırılma incelemelerinin tarihsel önemi çok büyüktür. Optik tarihine **yakan küreler** (burning glass) olarak geçen bu konu da yine İbn el-Heşem tarafından ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Ancak konunun hak ettiği çizgiye gelmesi Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin çalışmalarıyla gerçekleşmiştir. Çünkü Kemâlüddîn el-Fârîsî bu konudaki verileri gökkuşağının oluşumunun doğru olarak açıklanmasında kullanmış ve başarılı da olmuştur.²⁸³ Ancak bir bütün olarak ele alındığında Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin kırılma konusunda

²⁸³ Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin **Yakan Kürelerle** ilgili çalışması tarafımızdan Yüksek Lisans Tezi olarak incelenmiştir. Bkz. Topdemir, Hüseyin Gazi, *Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin, İbn el-Heşem'in Kitab el-Menâzır adlı Optik Kitabına Yazdığı Açıklamanın Yakan Kürelerdeki Kırılmaya ait Bölümünün Çevirisi ve İncelenmesi*, 1988, (yayınlanmamış yüksek lisans tezi).

kendisinden önce ortaya konulan bilgileri aşan bir düzeye ulaşamadığı açıkça görülmektedir.



I.4. BATI DÜNYASI

Bu dönem optikçilerinin doğrudan görme ve yansıma optiğinde olduğu gibi, kırılma optiğindeki bilgilerinin de yine İbn el-Heysem'e dayandığı anlaşılmaktadır. Öyleki aşağıda gösterileceği gibi, İbn el-Heysem'in konuya getirdiği yeni bir yaklaşım biçimi olan **hızlar dörtgeni** ya da başka bir deyişle kırılma geometrisi bu dönem batılı optikçilerce aynen kabul edilmiş ve kırılma bu temel yaklaşım üzerine dayanılarak ele alınmıştır. Bu çok doğal görünmektedir. Çünkü daha önceden de belirtildiği üzere, bu dönem *Kitab el-Menâzır*'ın, *De Aspectibus* ya da *Perspectiva* adıyla yapılan ilk çevirisinin çok yaygınlaştığı bir dönemdir. Öyleki Roger Bacon, John Pecham ve Witelo gibi bu dönem optikçilerinin konuyla ilgili çalışmalarında bunu açıkça görmek olanaklıdır.

a) Roger Bacon

Bacon'ın kırılma çalışmasında belirgin olarak iki yön dikkati çekmektedir. Bunlardan birisi yukarıda genel olarak belirtildiği gibi kırılmanın geometrik olarak tartışılması ve ikincisi de yine İbn el-Heysem tarafından geliştirilmiş olan kırılmanın nedensel analizidir.

Bacon'a göre, suretler kırılma hatları boyunca kırılmaya uğrarlar ve kırılma da iki şekilde gerçekleşir. İkinci ortam birincisinden daha yoğunsa, bu durumda suretlerin kırılması, kırılma noktasından ikinci ortama uzayan dikme (Normal) ve asıl yol arasında bulunan ortamın yüzeyinde gerçekleşir. Böylece suretler ikinci ortam içerisinde asıl yoldan sapmış olurlar ve kırılma noktasından ikinci ortama uzayan dikme ve asıl yol arasındaki açıyı ikiye bölerler. Bununla birlikte bu durum her zaman için söz konusu olmaz. Çünkü ikinci ortamın yoğunluk farkına bağlı olarak daha büyük bir sapma da gerçekleşebilir. İkinci ortamın daha yoğun olması durumunda, ortamın yoğunluğunun karşı koymasına bağlı olarak, kırılmada daha büyük olur. Çünkü İbn el-Heysem'in söylediği gibi yoğunluk ışığın hareketine karşı koymaktadır.²⁸⁴

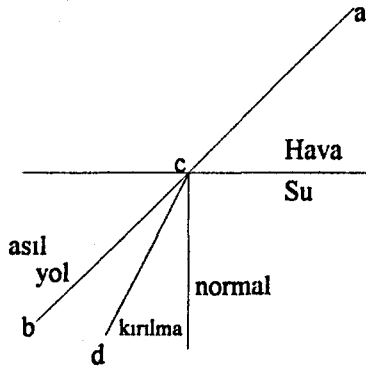
Yapıtının daha bir çok yerinde İbn el-Heysem'e atıfta bulunan Bacon, daha sonra ortamın az yoğun olması durumunda oluşan kırılmayı açıklamaya çalışır. Ona göre, ikinci ortamın yoğunluğunun daha az olması durumunda ikinci ortamın yüzeyinde suretlerin kırılması kırılma noktasındaki dikmeden daha uzakta ve asıl yolun dışında olur; yani asıl yol, kırılan ışın ve dikme arasında kalır.²⁸⁵

Bacon daha sonra yine İbn el-Heysem'in etkisinde kalarak kırılmayı düzlem ve küresel yüzeylerde incelemeyi sürdürmüştür. Öncelikle düzlem yüzeyler üzerinde durmuştur. Ona göre eğer ikinci ortam düzlem

²⁸⁴ Lindberg, David C., "Late Thirteenth Century Synthesis in Optics", *A Source Book in Medieval Science*, Ed. Edward Grant, Harvard University Press, 1974, s. 423. Metin Bacon'ındır.

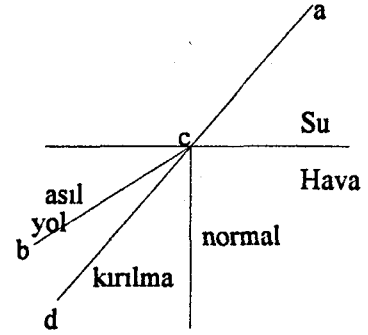
²⁸⁵ Lindberg, 1974, s. 423. Metin Bacon'ındır.

yüzeyleyse dik olarak gelen ışın kırılmaz, ancak eğimli gelen bütün ışınlar kırılırlar. Eğer ikinci ortam yoğun bir ortamsa, o zaman ışın asıl yol ve kırılma noktasından ikinci ortama uzayan dikme arasında yer alır (Şekil 53).



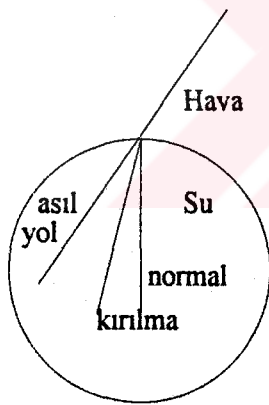
Şekil 53: Bacon'a göre düzlem yüzeyde kırılma

Eğer ikinci ortam az yoğunsa, bu durumda asıl yol kırılma noktasındaki dikme ve kırılan



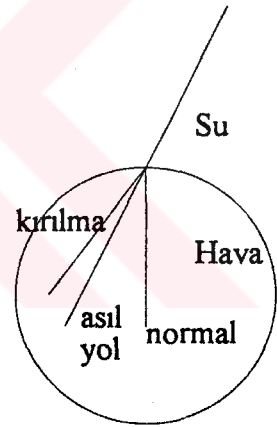
Şekil 54: Bacon'a göre düzlem yüzeyde kırılma

ışın arasında yer alır (şekil 54).



Şekil 55 : Küresel yüzeyde kırılma

Eğer ikinci ortam küresel ve birinciden daha yoğunsa, kırılma asıl yol ve küre merkezinden kırılma noktasına giden dikme arasındaki yüzeyde yer alır (şekil 55).



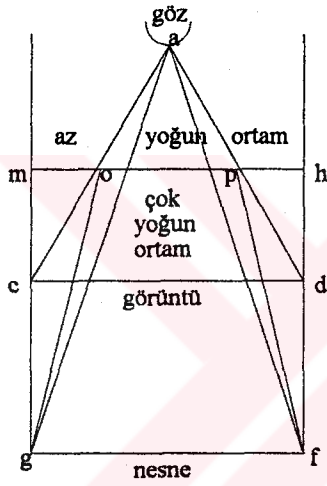
Şekil 56 : Küresel yüzeyde kırılma

Eğer ikinci ortam az yoğunsa, asıl yol kırılma noktasından çıkan dikme ve kırılan ışın arasına düşer (şekil 56).²⁸⁶

²⁸⁶ Lindberg, 1974, s. 424.

Kırılmayı bu şekilde inceledikten sonra Bacon, bu kez kırılma aracılığıyla görüntünün nasıl oluştuğu konusunu ele alır. Onun düzlem bir yüzeyde kırılma aracılığıyla oluşan görüntü açıklaması şöyledir:

Eğer göz az yoğun ortadaysa, ve göz ile görsel nesne arasında su, cam v.b. daha yoğun bir ortam var ise, o zaman nesne olduğundan daha büyük görünür. Çünkü daha büyük açı altında görünmektedir ve göze de yaklaşmış olur (şekil 57).



Şekil 57 : Kırılma geometrisi

Buna göre F noktası D'de görünür.

Benzer şekilde G'de C'de görünecektir.

Bundan

dolayı GF

nesnesinin

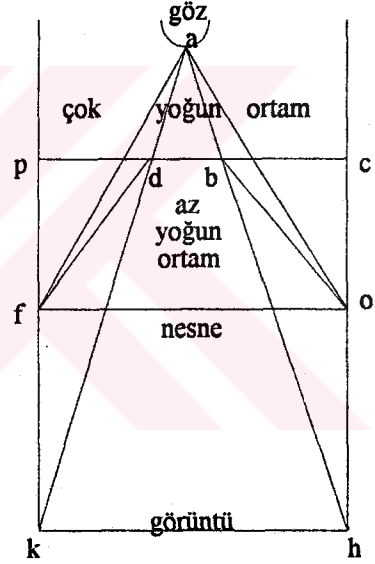
tümü, göze

daha yakın

olan ve

ortamın

değişmemesi



Şekil 58 : Kırılma geometrisi

koşuluyla, daha büyük bir açı altında görünen CD konumunda görünecektir.

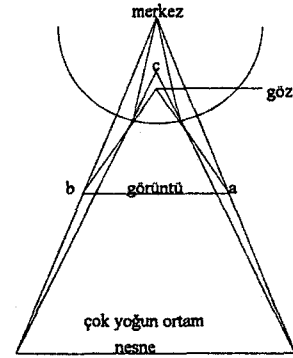
Çünkü bu iki ortamdan geçen OAP açısı

altında görünecektir. Eğer kırılma olmasaydı GAF açısıyla görünecekti.²⁸⁷

²⁸⁷ Lindberg, 1974, s. 427. Metin Bacon'ındır.

Eğer göz yoğun, nesne ise az yoğun ortamdaysa bu durumda ilkinin tersi bir durum söz konusu olur. Çünkü nesne daha küçük açı altında ve daha uzakta olacağından görüntü de küçülmüş olacaktır (şekil 58).

Buna göre O, H'de ve F'de K'da, yani nesnenin gerisinde görünecektir. Yani OF, KH'de açığa çıkacaktır; ve eğer ortam tekse daha küçük açı altında görünecektir; çünkü nesnenin tümü kırılmadan dolayı DAB açısı altında görünecektir. Oysa kırılma olmasaydı daha büyük bir açı olan FAO açısıyla görünecektir.²⁸⁸



Şekil 59a : Küresel yüzeyde kırılma

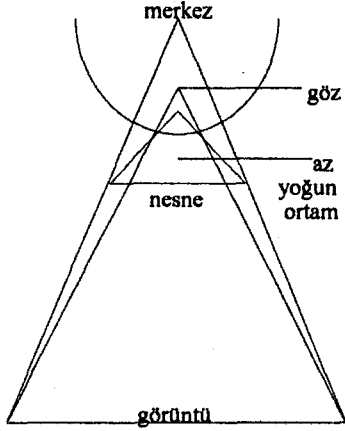
Bacon aynı zamanda küresel ortamlarda görüntü konumlarının değişimiyle ilgili de pek çok örnek vermiştir. Konuyu daha fazla ayrıntılandırmak bakımından yararlı olacağından bunların da üzerinde duracağız.

Göz yönünde bulunması koşuluyla, küresel ortam ya tümsek ya da çukur olacaktır. Ama her iki durumda da ortamın küreselliğinin daha fazla değişime yol açacağı kesindir. Çünkü küresel yüzeyler ışığı düzlem yüzeylerden daha fazla kırmaktadırlar.

Buna göre, eğer göz az yoğun ortamdaysa ve ortamın çukur kısmı göz yönündeyse ve göz de görsel nesne ve küre merkezi arasındaysa

²⁸⁸ Lindberg, 1974, s. 427. Metin Bacon'ındır.

(şekil 59a), nesne gerçekte olduğundan daha yakında görünür. Çünkü daha büyük bir açı altındadır.



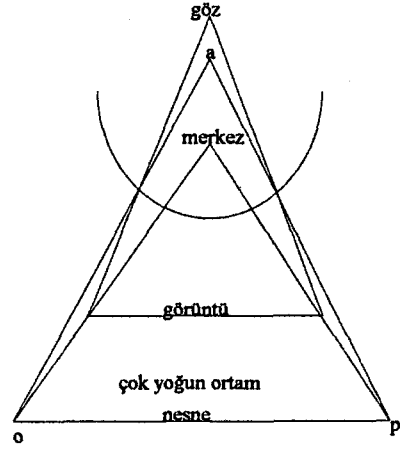
Şekil 59c : Küresel kırılma

Fakat açı ve dolayısıyla görüntü daha küçüktür.

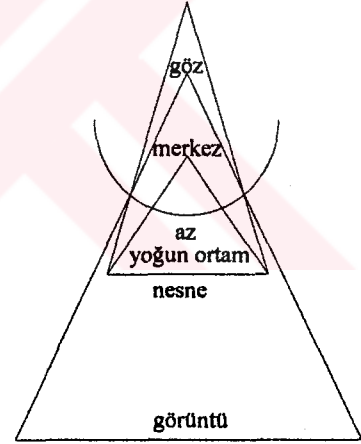
Eğer göz yoğun ortamdaysa ve çukur kısım göz yönündeyse, ve göz de kavislilik merkezi ve nesne arasındaysa (şekil 59c), o zaman nesne asıl yerinin gerisinde ve dolayısıyla da gözden uzaklaşmış olarak görünür. Bu durumda görüntü de büyümüş olur.

Eğer göz daha az yoğundaysa ve ortamın çukur kısmı göz

yönündeyse, ancak yoğun ortamın kavislilik merkezi göz ve nesne arasındaysa (şekil 59b), nesne yine olduğundan daha yakında görünür.



Şekil 59b : Küresel yüzeyde kırılma



Şekil 59d : Küresel kırılma

Nihayet bütün koşulların sabit kaldığı ve sadece ortamın kavislilik merkezinin göz ve görsel nesne arasında bulunduğu duruma gelince,

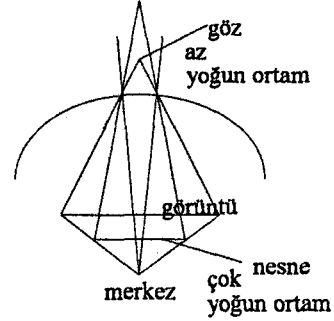
böyle bir durumda görsel nesne yine uzakta ve daha büyük bir açı altında görünür; ve görüntü de nesneden büyük olur (şekil 59d).²⁸⁹

Ortamın tümsek kısmının göz yönünde olması durumuna gelince; burada da Bacon gözün az yoğun ve çok yoğun ortamlarda bulunmasına göre değişen dört durum belirlemiştir.

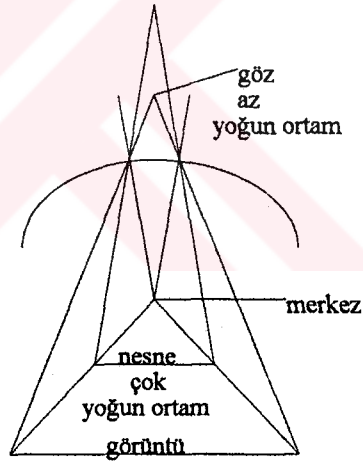
Gözün az yoğununda ve nesne de ortamın tümseklik merkezi ve göz arasında bulunuyorsa, bu durumda görüntü göze yakınlaşmış ve daha büyük görünür (şekil 60a).

Eğer merkez göz ve nesne arasındaysa, görüntü yine daha büyüktür; ancak görüntünün konumu uzaklaşmıştır (şekil 60b).

Gözün çok yoğununda bulunması durumunda ise, eğer böyle bir durumda nesne göz ve merkez arasındaysa, görüntü daha uzakta ve küçülmüş (şekil 60c), eğer kavislilik merkezi, göz ve nesne arasındaysa bu durumda da görüntü yakınlaşmış ve yine küçülmüş olarak görünecektir (şekil 60d).²⁹⁰



Şekil 60a: Tümsek küresel yüzeyde kırılma



Şekil 60b : Tümsek küresel yüzeyde kırılma

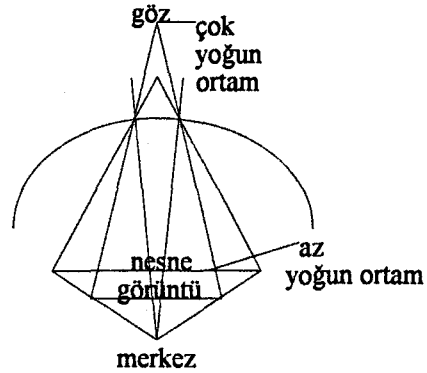
²⁸⁹ Lindberg, 1974, ss. 427-428. Metin Bacon'ındır.

²⁹⁰ Lindberg, 1974, s. 429. Metin Bacon'ındır.

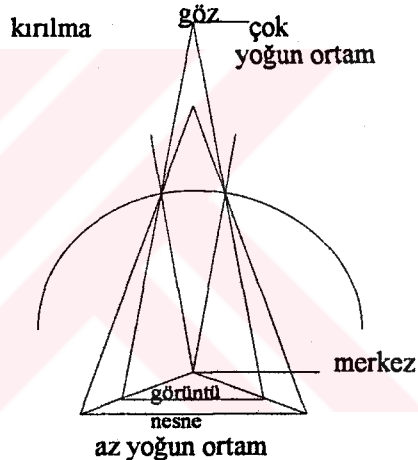
Bacon böylece İbn el-Heysem'in anladığı anlamda küresel ve düzlem yüzeylerde kırılmayla oluşan görme durumlarını ele almış ve onun ulaştığı sonuçları yinelemiştir. Daha sonra yine İbn el-Heysem tarafından geliştirilmiş olan nedensel açıklama tavrını da benimseyerek, Bacon da kırılmanın nedensel analizini yapma yoluna gitmiştir.

Bacon'a göre de dik gelen suretin ortamın yüzeyine düşüşü daha güçlüdür; eğer bir nesnenin dik düşüşü engellenirse, o zaman onun yüzeye nüfuz etme gücü zayıflamış olur. Benzer şekilde bir kılıç, balta ya da benzeri bir araç bir çubuğa dik olarak vurulduğunda, onu yaralayacak veya parçalayacaktır. Eğer aynı araç eğimli olarak vurulsaydı, o zaman ne çubuğu kesecek ne de parçalayabilecekti.²⁹¹

Bacon'a göre, tıpkı bu mekanik örneklerde olduğu gibi, bir ortamın yüzeyine dik olarak gelen suretler de eğik gelenlerden daha güçlü olduğundan, ortama daha kolay nüfuz edecek, buna karşılık eğik gelen suretler ise eğime bağlı olarak daha kolay nüfuz edecekleri yönde



Şekil 60c : Tümsük küresel yüzeyde kırılma



Şekil 60d : Tümsük küresel yüzeyde kırılma

²⁹¹ Lindberg, 1974, s. 430. Anlatım Bacon'ındır.

kırılmaya uğrayacaklardır. Bundan dolayı dik suretler kırılmazlar, fakat eğik gelen suretler ise ikinci ortam yüzeyinde kırılmaya uğrarlar.²⁹²

Böylece kırılmanın nedensel analizi konusunda verdiği örnekler de dahil olmak üzere kelime kelime İbn el-Heysem'i yinelediği anlaşılan Bacon, daha sonra yine İbn el-Heysem'den söz ederek şunları belirtir: İbn el-Heysem optik kitabının yedincisinde, her doğal nesnenin belirli miktarda bir saydamlık ve buna karşılık her görsel nesnenin de belirli miktarda bir opaklık içerdiğini, söylemiştir. Sonuç olarak diyebiliriz ki, hem dik hem de eğimli suretler belirli oranda engelle karşılaşmaktadırlar; fakat eğik suretler daha fazla engellenmektedirler.²⁹³

Bacon'ın bu anlatımları onun konuyu mekanik analogiler yardımıyla açıklamaya çalıştığını göstermektedir. Bu tavır ilk anlatımını Heron'da bulmuş, Batlamyus ve İbn el-Heysem tarafından yetkin hale getirilmiş bir tavidir. Öyle ki Bacon'ın verdiği örnek de yine İbn el-Heysem'den alınmıştır. Bu anlamda Bacon'ın anlatımında konuya yönelik herhangi bir yenilik olduğunu söylemek olanaklı görünmemektedir. Ancak Bacon'ın bu çalışmasının kendisinden sonra, kendileri de İbn el-Heysem'e dayalı çalışmalar yapsalar da, Pecham ve Witelo'nun üzerinde oldukça etkili olduğunu da belirtmek gerekmektedir.

²⁹² Lindberg, 1974, s. 431. Anlatım Bacon'ındır.

²⁹³ Lindberg, 1974, s. 431. Anlatım Bacon'ındır.

b) John Pecham

John Pecham, *Perspectiva Communis* adlı optik yapıtının üçüncü bölümünü kırılmaya ayırmıştır. Tıpkı ilk iki bölümde olduğu gibi, burada da kırılmayla ilgili 22 önerme çerçevesinde konuyu tartışmıştır. Daha önceden de belirtildiği gibi, Pecham bu yapıtını *Kitab el-Menâzır*'ı yalınlaştıran bir özet olarak düzenlemiştir. Bunun sonucu olarak sunduğu bilgiler de *Kitab el-Menâzır*'la sınırlı kalmıştır. Örneğin Pecham'da da kırılmanın niceliksel ya da sayısal anlatımını görememekteyiz. Aksine tıpkı İbn el-Heysem'de olduğu gibi bu fenomenin niteliksel terimlerle betimlendiğini görmekteyiz. Aşağıda anlatımını ele aldığımız önermelerde bu açıkça ortaya çıkmaktadır. Buna göre;

1. Saydam ortamın yüzeyine dik olarak yalnızca tek bir ışın düşer. Bu önerme Batlamyus başta olmak üzere İbn el-Heysem ve Roger Bacon tarafından ayrıntısıyla tartışılmış ve özellikle İbn el-Heysem tarafından doğrudan görme konusunda, görmede belirleyici olan ışının niteliğini belirlemek amacıyla geliştirilmiş bir önermedir. Pecham'da aynı yolu izemiş ve bu önermeyi kitabının birinci bölümünde yani doğrudan görme konusunda oluşturduğu 14, 15 ve 16. önermelerde tartışmıştır.²⁹⁴ Kırılmada ise yalnızca adını anmakla yetinmiştir.²⁹⁵

2. Işınlr yalnızca ikinci ortamın yüzeyinde kırılırlar.

²⁹⁴ Pecham, John, *Perspectiva Communis*, ed. David C. Lindberg, *John Pecham and the Science of Optics*, The University of Wisconsin Press, 1979, ss. 87-92.

²⁹⁵ Pecham, *Perspectiva Communis*, s. 213.

3. Kırılma açısı gelen ışının eğimine ve ikinci ortamın saydamlık farkına (birinci ortama olan) göre değişir.

4. Görüntü nesnenin görüldüğü piramidin ve görsel nesneden saydam ortam yüzeyine inen dikmenin kesiştiği yerde açığa çıkar (şekil 61).

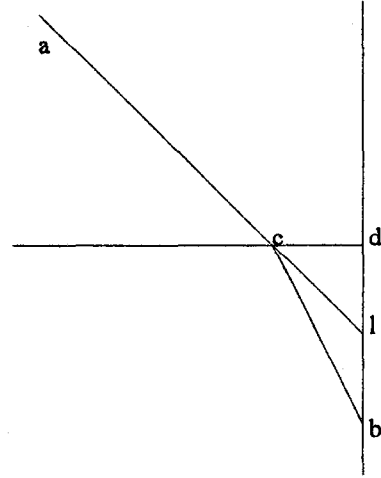
5. Kırılan ışınlar aracılığıyla görünen nesne gerçek konumunun dışında görünür.

6. Kısmen suda ve kısmende havada bulunan bir nesne kırılmış görünür.

7. Doğrudan görünmeyen bir nesnenin, kırılma aracılığıyla görünmesi olanaklıdır.

8. Kırılmış ışınlar altında görünen nesnenin büyüklüğünü kestirmek olanaksızdır.

Görüldüğü üzere Pecham'ın bu ilk sekiz önermesi tamamıyla gündelik yaşamdan elde edilmiş gözlemsel ilkeler niteliğini taşımaktadır. Aynı zamanda bu önermelerden 1, 2, 3, 4, 5 ve 8 İbn el-Heysem'den alınmıştır. Diğer iki önermesini ise Batlamyus ve Roger Bacon'dan türetmiştir. Bu anlamda konuya kuramsal bir katkısı yoktur. Diğer önermelere gelince;



Burada A göz, B görsel nesne, BC, C'de kırılan ışın, BLD dikme (Normal) olsun. Kural gereği nesneden ortama çizilen dikme gözden gelen ışını L'de kestiğinden, görüntü de L'de açığa çıkmaktadır.

Şekil 61: Kırılmayla görüntü oluşumu

9. Tümsek kısmı göz yönünde bulunan küresel yüzeyli yoğun saydam bir ortama yerleştirilmiş olan görsel nesne, aslından daha büyük, daha küçük ya da eşit görünür.

10. Gözün bulunduğu ortamdan daha yoğun olan düzlem yüzeyli saydam bir ortama yerleştirilmiş görsel bir nesne olduğundan daha büyük görünür.

11. Çukur kısmı göz yönünde bulunan küresel yüzeyli yoğun saydam bir ortama yerleştirilmiş olan görsel nesne, aslından daha büyük, daha küçük ya da eşit görünür.

12. Kırılma dolayısıyla yıldızlar da gerçekte olduklarından daha küçük görünürler.

13. Ufuktaki yıldızlar meridyen dairesine yakın olanlardan daha kuzeyde görünürler.

14. İster doğrudan ister kırılmayla görünen her görsel nesne tek bir görüntü oluşturur.

15. Işın piramidinin dışındaki pek çok nesne kırılmayla görünür.

16. Kırılan ışınları bir araya toplayarak ateş yakılabilir.

17. Bir nesnenin üzerine az miktarda kırılmış, yansımış ya da doğrusal ışın sabitlenmiş olsa, (ısıtılmış olsa) o nesne daha düşük kapasiteyle tutuşturulabilir.

18. Gökkuşağının oluşumunda her üç ışın türü de söz konusudur.

19. Gökkuşağının daireselliğinin nedeni esas itibariyle bulutta yer almasıdır.

20. Gökkuşağının renklerinin çeşitliliği hem bulut ve hem de ışığın varyasyonu ile oluşur.

21. Gökkuşağının oluşumu

22. Güneş ve yıldızların ışığı mükemmel saydamlıkta Samanyolu meydana getirir.

Pecham, 9, 10 ve 11. önermeler²⁹⁶ de ise küresel yüzeylerde oluşan kırılmayı ele almıştır. Ayrıntıdan uzak ve daha önce İbn el-Heysem ve Bacon tarafından yoğunlukla incelenmiş konulardır. Aynı şekilde 12. ve 13. önermeler²⁹⁷ ise atmosfer kırılmasına, 14. ve 15. önermeler²⁹⁸ ise kırılmaya bağlı olarak oluşan perspektif konusuna ayrılmıştır. 16. ve 17. önermeler²⁹⁹ ise ışığın merceklerde uğradığı değişimlerle ilgilidir. Ancak Pecham burada yalnızca merceklerin ışığı bir noktaya toplaması nedeniyle nesnelerin yakılabileceği üzerinde durmuş, örneğin bu tür kırılma sonucu ortaya çıkan renk konusuna asla değinmemiştir. Bu da onun bu konulardaki bilgisinin sığ olmasından kaynaklanmaktadır.

Geriye kalan beş önermede³⁰⁰ (18, 19, 20, 21 ve 22) ise tamamen gökkuşağının oluşumunu ele almıştır. Verdiği bilgilerin tamamı yanlıştır. Örneğin 18. önermede gökkuşağında üç ışığın -doğrusal, yansımış ve

²⁹⁶ Pecham, *Perspectiva Communis*, ss. 219-223.

²⁹⁷ Pecham, *Perspectiva Communis*, ss. 223-229.

²⁹⁸ Pecham, *Perspectiva Communis*, s. 229.

²⁹⁹ Pecham, *Perspectiva Communis*, ss. 229-231.

³⁰⁰ Pecham, *Perspectiva Communis*, ss. 233-239.

kırılmış- sorumlu olduğunu belirtmesine karşın, diğer önermelerde yalnızca yansımaya söz konusu etmiş, kırılmayı dikkate almamıştır. Ayrıca gökkuşağındaki renklerin çeşitliliğini de, bu yanılgısına bağlı olarak, bulut ve ışığın karışımıyla açıklama yoluna gitmiştir. Böylece tamamen Aristo'nun renk ve gökkuşağı oluşumu kuramıyla sınırlı bir anlatım gerçekleştirmiştir.

c) Witelo

Bu dönem için daha önce belirlediğimiz temel karakteristikler aynen Witelo içinde geçerlidir. O da kırılmayı, yansımada olduğu gibi, geometrik model çerçevesinde ele almayı benimsemiştir.

Witelo, öncelikle İbn el-Heysem'in kırılma açılarını deneysel olarak belirlemek için yaptığı araçla gerçekleştirdiği gözlemlerle oluşturduğu kırılma tablolarına, (ki bu tablolar bilinen bütün saydam ortamlar için kırılma açılarını vermektedir), sahip olduğunu ve kırılma açılarının daima az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçerken ve aynı çok yoğunluklu ortamdan aynı az yoğunluklu ortama geçerken eşit ya da aynı olduğunu keşfettiğini belirtmektedir.³⁰¹

³⁰¹ Lindberg, 1974, s. 424. Anlatım Witelo'nundur.

Yine Witelo'ya göre bu tablolardan, görsel bir nesneden, kırılmanın meydana geldiği saydam ortamın yüzeyine dik olarak düşen ışına yakın olan noktanın formunun geliş açısının küçük, buna karşılık diğer noktaların formlarının geliş açılarının ise daha büyük olduğunu çıkarmak olanaklıdır.³⁰² Yani Normale yakın gelen ışınların kırılma açısı küçük, Normalden uzaklaştıkça derece derece gelen ışınların kırılma açıları da büyük olur. Buna göre, ilkinden daha yoğun olan saydam bir ortamda, daha büyük geliş açısına karşılık gelen kırılma açısı, daha küçük geliş açısına karşılık gelen kırılma açısından daha büyük olacaktır.³⁰³

Witelo'nun bu anlatımını şu örnekle doğrulayabiliriz. Geliş açısı 80° olan ışının kırılma açısı 50° ve $0''$ 'dir. Aynı şekilde geliş açısı 20° olan ışının kırılma açısı da 15° ve $30''$ 'dir. Böylece 80° 'nin kırılma açısının 20° 'nin kırılma açısından daha büyük olduğu kolaylıkla görülmektedir.

Benzer şekilde daha büyük kırılma açısının daha küçük kırılma açısına olan farkı, daha büyük geliş açısının daha küçük geliş açısına olan farkından daha küçük olacaktır.³⁰⁴

Bunu da şöyle örnekleyebiliriz. 50° 'lik kırılma açısının 29° 'lik kırılma açısına olan farkı 21° 'dir. Buna karşılık 80° 'lik geliş açısının 40° 'lik geliş açısına olan farkı da 40° 'dir. Bu durumda geliş açılarının farkının kırılma açılarının farkından büyük olduğu görülmektedir.

³⁰² Lindberg, 1974, s. 425. Anlatım Witelo'nundur.

³⁰³ Lindberg, 1974, s. 425. Anlatım Witelo'nundur.

³⁰⁴ Lindberg, 1974, s. 425. Anlatım Witelo'nundur.

Aynı şekilde, daha büyük geliş açısına karşılık gelen kırılma açısı ve daha büyük geliş açısı arasındaki oran, daha küçük geliş açısına karşılık gelen kırılma açısı ve daha küçük geliş açısı arasındaki orandan daha büyüktür.³⁰⁵

Şöyle ki; 50°'lik kırılma açısının, geliş açısı olan 80°'ye oranı 0.625, buna karşılık 29°'lik kırılma açısının, geliş açısı olan 40°'ye oranı ise 0.725°'dir. Böylece Witelo'nun bu belirlemesinin de doğru olduğu açığa çıkmaktadır.

Witelo bu belirlemelerinden sonra, İbn el-Heysem'in kırılma tablolarını yorumlamayı *şürdüne* ve diğer bir belirleme olarak şunu ileri sürer: ilkinden daha yoğun olan bir ortamdaki kırılma açısı daima geliş açısından daha küçük olacaktır. Bu kırılma açılarının geliş açılara olan oranı ikinci ortamın yoğunluk farkına göre değişir. Eğer ikinci ortam az yoğun ise, o zaman kırılma açısı daima geliş açısından daha büyük olur.³⁰⁶

Witelo'nun bu belirlemeleri tamamen kendinden önce elde edilmiş sonuçların tekrarı niteliğindedir. Burada şüphesiz ki konunun ayrıntıları İbn el-Heysem'e aittir. Zaten konunun başlangıcında kendisinin de belirttiği üzere, yaptığı açıklamalar, İbn el-Heysem'in oluşturduğu gözlem tablolarının yorumundan ibarettir.

³⁰⁵ Lindberg, 1974, s. 425. Anlatım Witelo'nundur.

³⁰⁶ Lindberg, 1974, s. 426. Anlatım Witelo'nundur.

Bunun dışında, Witelo'da, tıpkı Roger Bacon'ın yaptığı gibi, İbn el-Heysem'in başlattığı nedensel açıklama tavrını benimsemiş ve kırılmanın nedensel analizini yapmaya çalışmıştır.

Bu konudaki temel teoremini şöyle oluşturmuştur. Saydam bir ortamın yüzeyine dik olarak gelen ışın kırılmaksızın, eğik gelen ışın eğer ikinci ortam çok yoğunsa, Normale doğru, az yoğunsa, Normalden öteye doğru kırılarak ilerler.³⁰⁷

Bu çok bilinen genel belirlemesinden sonra, Witelo bu üç durumun düzenlenecek deney aracılığıyla rahatlıkla kanıtlanabileceğini belirtmektedir. Bunu yaparken dayandığı temel sav da yine Heron'dan beri kullanılmakta olan mekanik analogilerden yararlanılarak elde edilen temel bilgilerden oluşturulmuştur. Şöyleki, dik çizgiler boyunca gerçekleşen bütün doğal hareketler, diğer hareketlerden daha güçlüdürler. Ayrıca dikey fırlatılan nesnelere etkisi eğik fırlatılan nesnelere daha fazladır. Benzer şekilde, dikey vuruşlar bütün eğik vuruşlardan, buna karşılık eğik vuruşlar içerisinde de dike yakın olanlar diğerlerinden daha güçlüdür.³⁰⁸

Bütün bunlardan açığa çıkan şudur: Witelo niteliksel olarak, kırılan ışığın yapısını ve uğradığı değişimleri İbn el-Heysem ve Roger Bacon'undan türettiği ilkeler ışığında açıklamayı denemiştir. Gösterdiği bu çaba konuyu sadeleştirmeye yönelik olmaktan öte bir anlam taşımamaktadır. Çünkü yaklaşımının temel çerçevesi bütünüyle İbn el-

³⁰⁷ Lindberg, 1974, s. 432. Anlatım Witelo'nundur.

³⁰⁸ Lindberg, 1974, s. 432. Anlatım Witelo'nundur.

Heysem'e aittir. Buna karşılık onun konuya yönelik kuramsal bir katkısı da söz konusu değildir. Ancak bu tutum ve yapı yalnızca Witelo'ya ait değildir. Daha önce çalışmalarından söz ettiğimiz, Bacon ve Pecham'da da durum aynıdır. Hatta öyleki bu üç bilim adamı, kırılma açısının tanımını verirken bile, İbn el-Heysem'in düştüğü yanılgıya düşerek, kırılan ışının asıl yola olan sapma miktarını gösteren sapma açısını, kırılan ışının Normal ile yaptığı açı olan kırılma açısı olarak almışlardır.



**TAKÎYÜDDÎN'İN ÜÇÜNCÜ KİTABININ
YORUMU : KIRILMA**

II. 1. GİRİŞ BÖLÜMÜ

Takîyüddîn bu üçüncü ve son kitabında, ışığın farklı yoğunluklu ortamlarda uğradığı değişimleri, başka bir deyişle kırılma [dioptrics] konusunu ele almıştır. Buradaki temel problemi kuşkusuz ki, ilk iki kitapta olduğu gibi, yine görme oluşturmaktadır. Ancak buradaki görme saydam bir nesne, ya da ortam aracılığıyla, doğrusal olmayan bir düzlemde bulunan cisimlerin algılanması anlamındadır.

İşte Takîyüddîn bu üçüncü kitabında bu tür görmeyi beş bölüm halinde incelemiştir. Birinci bölümde kırılan ışığın özelliklerini, ikinci bölümde kırılmanın özelliklerini, üçüncü bölümde kırılmayla oluşan görme konusunu, dördüncü bölümde kırılma açılarının orantılarını, beşinci bölümde kırılmayla oluşan görüntü ve görüntü konumlarını ele almıştır.

II. 2. BİRİNCİ BÖLÜM

KIRILAN IŞIĞIN ÖZELLİKLERİ

Bu bölümde konu beş alt bölüm halinde tartışılmıştır.

1. Takîyüddîn daha önce ileri sürmüş olduğu bir savını, kırılma dolayısıyla yineleyerek şöyle der:

"Daha önce kendinden ışıklı ya da ışıklandırılmış nesnelere çıkan ışığın, [o nesnenin] karşısındaki bütün yönlere doğru küresel olarak yayıldığı açıklanmıştı. Nesnenin tümünden ve üzerindeki her noktadan çıkan bu yayılım, orada bulunan saydam nesneye doğru da uzar".³⁰⁹

Takîyüddîn'in bu açıklamasını şu şekilde değerlendirebiliriz. Bir ışık kaynağından çıkan ışık karşısındaki bütün yönlere doğru yayılır. Bu durumda ışıkların ulaştığı üç farklı hedef olacaktır.

1. Yayılan ışınlar opak nesnelere üzerine düşebilirler.
2. Işıkların düştüğü yerde parlak bir nesne olabilir.
3. Işıklar saydam bir ortam ya da nesne üzerine düşebilirler.

Birinci durumda Güneşten gelen ışınlar opak bir nesne üzerine düşmektedirler. Burada temel görme kuralı gereği ışınlar nesnenin

³⁰⁹ Takîyüddî, çeviri metin, III. kitap, I. bölüm, s. 485

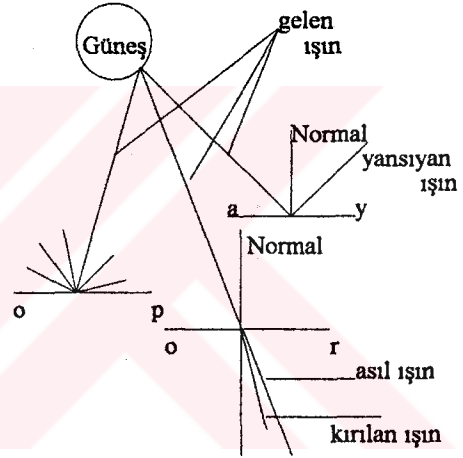
yüzeyinden her yöne doğru yayılacaklardır. Bu bugün için difüzyon, yani dağınık yansıma ya da yayılma adını verdiğimiz optik olgudur.

İkinci durumda ise ışınlar ayna ya da benzeri parlak bir nesne üzerine düşmekte ve dolayısıyla temel yansıma kuralı gereği geldiği açıya eşit bir açıyla yansımaktır.

Üçüncü durumda ise ışınlar geliş ortamından farklı yoğunluğu olan bir ortamın yüzeyine düşmekte ve kırılma kuralı gereği kırılmaya uğrayarak, yani asıl yolundan saparak ikinci ortama nüfuz etmektedir. Şekil 62'de bu üç hareket gösterilmiştir.

Takîyüddîn'in bu üçüncü kitabında araştırma konusu yaptığı ışınlar da işte bu türden ışınlardır.

2. Bu ikinci maddede ise Takîyüddîn saydam ortamın yüzeyine düşen ışının, orada beş ayrı ışın olarak değişime uğradığını, başka bir deyişle ortamın yüzeyinde beş ayrı ışının kaynaklandığını söylemektedir. Buna göre;



Şekil 62: Kırılan, yansıyan ve dağılan ışınlar

a) Gelen ışının aydınlattığı yüzeyden karşısındaki yön[ler]e doğru, tıpkı bütünüyle opak olan bir nesnenin aydınlatılmasıyla ondan çıkan ikincil ışıklara benzeyen bir ışık,

b) Bu aydınlatılmadan kaynaklanan ve o nesnenin yüzeyinde küresel olarak yayılan ışık,

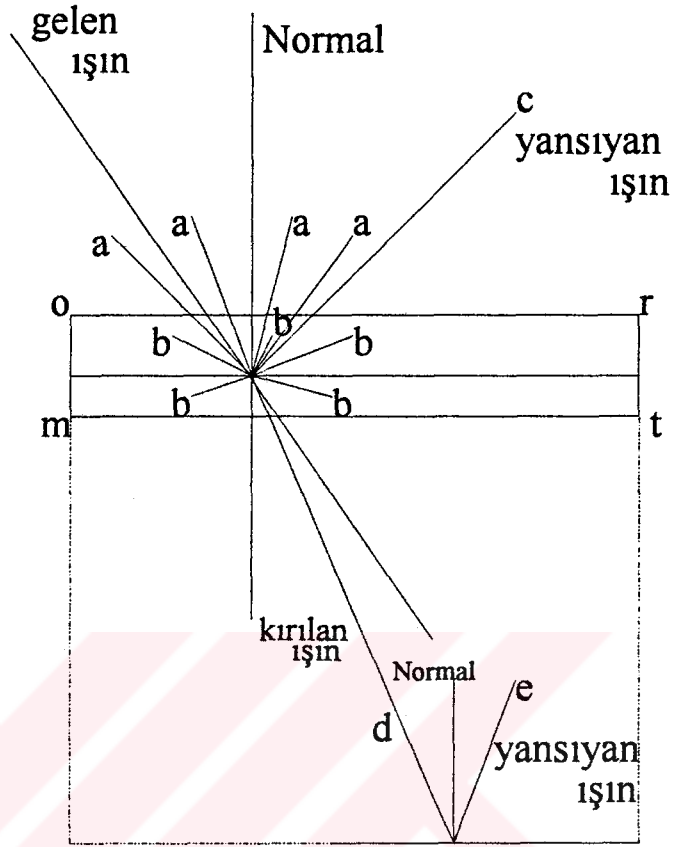
c) Işığın düştüğü yüzeyin parlaklığından dolayı yansıyan, ancak ayna yüzeyinden yansıyan ışıktan farklı olan ışık,

d) Nesnenin saydamlığından dolayı nüfuz eden ışık,

e) Işığın nüfuz ettiği ortamın

tabanından, yani birinci yüzeyin karşısında bulunan yüzeyden yansıyan ışık (şekil 63).

Takîyüddîn tamamen gözlemsel verilerden oluşturduğu bu anlatımını daha sonra bir deneyle belgelemiştir. Şekil 63 Takîyüddîn'in açıklamalarının yalın bir anlatımını vermektedir.



Şekil 63: Saydam bir ortamın yüzeyine gelen ışıktan çıkan beş ayrı ışın.

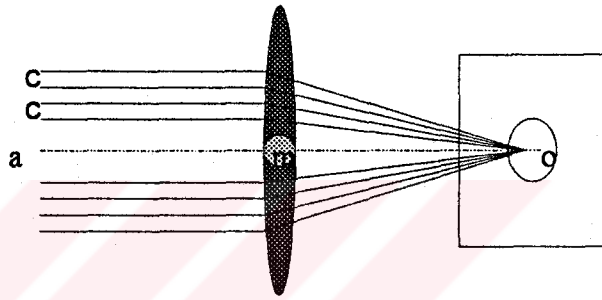
Burada aa yüzeyden karşı yöne yansıyan; bb nesnenin yüzeyine dağılan; c yansıyan; d kırılan ve e de ortamın tabanından yansıyan ışını belirtmektedir.

3. Bu maddede ise Takîyüddîn nüfuz eden ışıkların aslından daha zayıf olacağını belirtmektedir.

Bu doğaldır; çünkü bir ortamın yüzeyine gelen ışıkların tümünün ortama nüfuz etmediği bir önceki maddede belirtilmişti. Bundan dolayı nüfuz eden ışığın miktarı asıl ışıktan daha az olacaktır.

4. Bu madde kırılan ışının aslında kuvvetli olabileceğini söz konusu etmektedir.

Bu gerçekte özel bir durumdur. Tıpkı çukur aynaların ışınları bir noktada toplaması gibi, eğer kırıcı ortam, örneğin cam bir küre ise, bu durumda kırılan ışın, bir noktada toplanmadan dolayı, asıl ışıktan daha yoğun olacaktır.



a= asıl eksen
m= optik merkez
o = odak
c= paralel gelen ışınlar

Şekil 64 : Paralel gelen ışınların bir noktada toplanması

Takîyüddîn'in burada söz konusu ettiği de bu türden bir kırılmadır. O ilave olarak bu tür kırılan ışınlarla yanma meydana getirileceğini de belirtmektedir.

Bu belirleme tamamen doğrudur ve yukarıda da belirtildiği gibi yalnızca küresel yüzeyli saydam ortamlarda ya da ince kenarlı merceklerde gerçekleşen özel bir kırılma halidir (şekil 64). Konuyla ilgili ayrıntı ilerideki bölümlerde verilecektir.

5. Burada ise Taqiyüddin, diğer iki kitapta söz konusu ettiği ışıklarda olduğu gibi, bu tür, yani kırılan ışıkların da nüfuz ettikleri ortamların renklerini taşıyacaklarını belirtmektedir.



II. 3. İKİNCİ BÖLÜM

KIRILMANIN ÖZELLİKLERİ

Kırılmanın özelliklerini ele aldığı bu bölümde Taķıyüddîn, aynı zamanda kırılmayla ilgili temel terimlerin tanımlarını da vermiştir. Konuyu yedi alt bölüm halinde ele almıştır.

1. Hava dışındaki başka bir saydam ortama nüfuz eden ışıklar, tıpkı havada olduğu gibi, girdikten sonra da düz çizgiler boyunca hareket ederler.

2. Bu ikinci maddede Taķıyüddîn, saydam ortamın yüzeyine dik olarak gelen ışının kırılmadan, eğimli gelen ışının ise gelme doğrultusunun dışındaki bir doğrultu boyunca nüfuz edeceğini ve bu tür nüfuz etmeye kırılma adının verildiğini belirtmektedir.

Tamamen doğru ve çağdaş bir yaklaşımı içeren bu belirlemesinden sonra o, kırılmayla ilgili temel terimlerin tanımlarını verir (şekil 65). Buna göre;

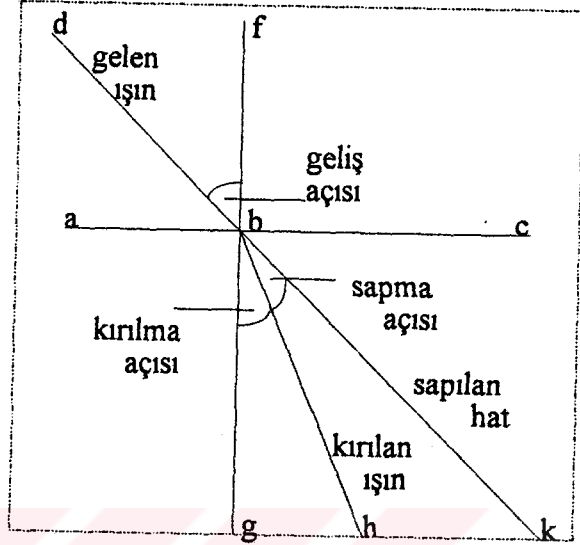
a) ışığın düştüğü ve doğrusal bir düzlemde kırıldığı varsayılan yüzeye görüntü yüzeyi (şekil 65'deki ABC),

b) Ortam ve görüntü yüzeyinin arasındaki ortak kesite kırılma kesiti (şekil 65'deki B)

c) Işığın girdikten sonra terkettiği hatta sapma [terkedilen] hattı (şekil 65'deki BK),

d) Kırılma kesiti üzerindeki açıya bitişik olan noktaya kırılma noktası (şekil 65'deki B),

e) Kırılma noktasını görüntüyle birleştiren hatta kırılma hattı (şekil 65'deki BH),



Şekil 65: Kırılma geometrisi

f) Kırılma kesitinin her iki yönünde uzayan ve yüzeye kırılma noktasından dik olduğu varsayılan hatta da kırılma dikmesi (şekil 65'deki FBG) denir.

Takîyüddîn bu belirlemelerinden sonra, kırılma dikmesinin hiçbir zaman görüntü yüzeyinin dışında olmayacağını da eklemektedir.

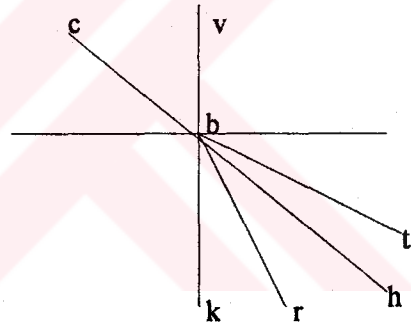
3. Işığın girdiği ortamın saydamlığı yoğun ise kırılma Normale doğru, eğer ortamın yoğunluğu az ise bu durumda da Normalden öteye doğru olur.

Buraya kadar her şeyiyle mükemmel olan bu açıklamaların ardından, Takîyüddîn geleneğin etkisiyle olsa gerek, kırılma açısının

tanımını bugün bizim anladığımızdan çok farklı olarak tanımlama yanlına düşmüştür (şekil 66). Ona göre kırılma hattı ve terkedilen hattın oluşturduğu açı ister normale doğru, ister normalden öteye doğru olsun, kırılma açısı olarak adlandırılır.³¹⁰ Bu durumda kırılma açısı kırılan ışın doğrusunun Normalle yaptığı açı olmaktan çıkıp, ışığın izlemesi gereken asıl yol ile yoğunluk farkından dolayı uğradığı sapma miktarının belirlediği doğru arasında kalan açı, başka bir deyişle bugün için sapma açısı adını verebileceğimiz açı olmaktadır. Yani şekil 65'deki GBH açısını alması gerekirken HBK açısını almaktadır.

4. Takîyüddîn bu maddede ise, üçüncü maddede yaptığı tanımları örnekle belgelemiştir. Verdiği bilgi ve çizim şöyledir:

Kırılma açısı ortamın yoğunluğuna göre değişir. Yani yoğunluk artıkça kırılma büyür, azaldıkça kırılma da küçülür. Bu özellik düzlem, tümsek ve çukur yüzeyli bütün ortamlar için geçerlidir.



Şekil 66: Kırılma açısının farklı yoğunluklu ortamlara göre değişmesi

Bunu şekil 66 üzerinde gösterirsek, CB gelen ışını, iki ortamın ayrılım yüzeyinde B noktası üzerine düşecek, eğer ortam az yoğunsa ışın BT, çok yoğunsa BR doğrultusunu izleyecektir.

5. Bu madde kırılmanın birinci temel kanununu vermektedir: kırılma hattı, terkedilen hat, Normal ve göz merkezi daima tek bir

³¹⁰ Takîyüddîn, III, ikinci bölüm, madde 3, çeviri metin, s. 161.

yüzeyde, görüntü yüzeyinde yer alırlar; ve bu yüzey daima saydam yüzeye diktir.

6. Kırılma açısı gerçekte bir dik açının yarısından daha büyük olamaz.

7. Kırılma açıları gelen ışığın yaptığı açılardan daha küçüktür.

Takîyüddîn'in bu açıklamalarının doğruluğunu, bugün kabul etmekte olduğumuz kırılma kanununa dayanarak gösterebiliriz.

Snell (1591-1626) kanunu olarak bilinen ikinci kırılma kanunu, verilen iki ortam için $\sin i / \sin r$ 'nin, yani geliş açısının sinüsünün kırılma açısının sinüsüne oranının sabit olduğunu belirtir. Buradaki $\sin i / \sin r$ sabit oranına verilen iki ortam için kırılma indisi adı verilir.

Kırılma indisi tabloları daima gelen ışığın boşlukta yayılımına göre düzenlenir. Bu durumda boşluk daima ilk ortamdır ve kırılma ortamı da cam ya da su olmaktadır. Böylece elde edilen değerler ise ortamın mutlak kırılma indisi olarak kabul edilir ve küçük n harfiyle gösterilir. n büyüklüğü boşluk için 1, cam için yaklaşık 1.5, su için ise 1.33'tür. Normal basınçtaki hava için ise 1.00028'dir. Görüldüğü üzere havanın kırılma indisi boşluğa çok yakın olduğundan, daima işlemlerde geliş ortamı hava olarak alınır.³¹¹ Gerçekte kırılma açıları daima geliş açılarından daima daha küçüktür. Bu durumda kırılma indisi formülü,

$$\text{Hava} \cdot \sin i = \text{cam/su} \cdot \sin r$$

³¹¹ Nelkon, M, & Parker, P, Advanced Level Physics, London, 1971, ss. 421-423.

şeklinde olur.

Takîyüddîn'in deneysel olarak elde ettiği sonucu biz bu formüle dayanarak doğrulayabiliriz. Örneğin ışık 10° , 30° , 60° ve 80° 'lik açılarla havadan cama geçiyor olsun. Bu durumda kırılma açılarının yani $\sin r$ 'lerin kaç derece olacağını bulalım.

a. 10° için; $1 \cdot \sin 10^\circ = 1,5 \cdot \sin r$

$$1 \cdot 0,173 = 1,5 \cdot \sin r$$

$$0,173 = 1,5 \cdot \sin r$$

$$0,173 / 1,5 = \sin r = 0,1153333 = 6,7^\circ //$$

b. 30° için; $1 \cdot \sin 30^\circ = 1,5 \cdot \sin r$

$$1 \cdot 0,5 = 1,5 \cdot \sin r$$

$$0,5 = 1,5 \sin r$$

$$0,5 / 1,5 = \sin r = 0,3333333 = 19,6^\circ //$$

c. 60° için; $1 \cdot \sin 60^\circ = 1,5 \cdot \sin r$

$$1 \cdot 0,866 = 1,5 \cdot \sin r$$

$$0,866 = 1,5 \cdot \sin r$$

$$0,866 / 1,5 = \sin r = 0,5773333 = 35,1^\circ //$$

d. 80° için; $1 \cdot \sin 80^\circ = 1,5 \cdot \sin r$

$$1 \cdot 0,984 = 1,5 \sin r$$

$$0,984 / 1,5 = \sin r = 0,656 = 40,6^\circ //$$

Görüldüğü üzere kırılma açıları asla, Takîyüddîn'in deyiimiyle 90° 'nin yarısı seviyesine çıkamamaktadırlar. Takîyüddîn'in bilgi düzeyini daha açık olarak ortaya koyabilmek için şu soruyu da sorabiliriz. Acaba bu sonuç yalnızca havadan cama geçme durumunda mı geçerlidir ? Yoksa, örneğin havadan suya geçme durumunda da geçerli midir ?

Aynı işlemi havadan suya geçme durumuna uygularsak;

a. 10° için; $1 \cdot \sin 10^\circ = 1,33 \cdot \sin r$

$$1 \cdot 0,173 = 1,33 \cdot \sin r$$

$$0,173 = 1,33 \cdot \sin r$$

$$0,173 / 1,33 = \sin r = 0,13 = 7,5^\circ //$$

b. 30° için; $1 \cdot \sin 30^\circ = 1,33 \cdot \sin r$

$$1 \cdot 0,5 = 1,33 \cdot \sin r$$

$$0,5 / 1,33 = \sin r = 0,3759398 = 22^\circ //$$

c. 60° için; $1 \cdot \sin 60^\circ = 1,33 \cdot \sin r$

$$1 \cdot 0,866 = 1,33 \cdot \sin r$$

$$0,866 / 1,33 = \sin r = 0,6511278 = 40,6256^\circ //$$

d. 80° için; $1 \cdot \sin 80^\circ = 1,33 \cdot \sin r$

$$1 \cdot 0,984 = 1,33 \cdot \sin r$$

$$0,984 = 1,33 \cdot \sin r$$

$$0,984 / 1,33 = \sin r = 0,7398496 = 47,69^\circ //$$

olduğu görülür.

Bu durumda dikkatimizi çeken yön Taķiyüddîn'in 7. maddede verdiği kuralın tamamen geçerli ve çağdaş bilgiyle uyumlu olduğu, buna karşılık 6. maddede verdiği kuralın ise havadan cama geçme durumunda tamamen geçerli olduğu, ancak havadan suya geçme durumunda ise yalnızca küçük açılarda geçerli olduğu, buna karşılık 80 derece ve yukarısında geçerli olmadığıdır. Taķiyüddîn'in bu yanlışlığının nedenini konuya yönelik bir genellemeye gitmek isteğine bağlamak yerinde olur. Çünkü havadan suya geçme durumunda 80 derece ile gelen ışının kırılma açısı, Taķiyüddîn öncesi bütün bilim adamları tarafından 50 derece olarak verilmiştir; ve o hem Batlamyus ve hem de İbn el-Heşem'in vermiş olduğu değerlerden haberdardır. Taķiyüddîn'in çok

daha dakik bir ölçüm yaptığını varsaysak bile, yine durum değişmemektedir. Çünkü yukarıda verdiğimiz değerler hiçbir yanılma olasılığının olmadığı sinüs kanununa dayanılarak elde edilmiştir. Her şeye karşın, 80 ve daha yukarı derece ile gelen ışının kırılma açısının daima bir dik açının yarısından daha büyük olduğu açıkça görülmektedir.

Takîyüddîn 7. maddede aynı zamanda buraya kadar kırılmayla ilgili olarak vermiş olduğu kuralın tümünü kanıtlayabileceği bir aracın yapımını ve kullanımını anlatmıştır.

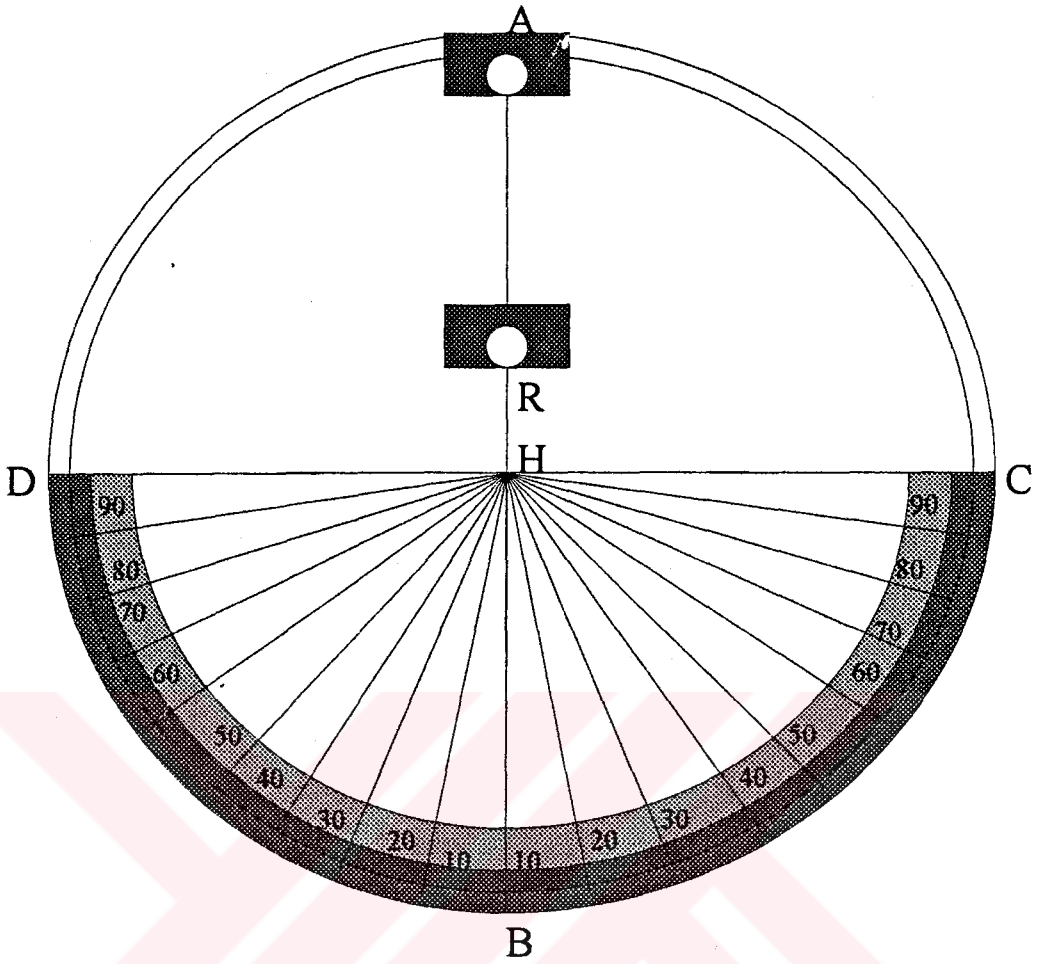
Bunun için Takîyüddîn, öncelikle niteliğini (ahşap ya da metal) belirtmediği, düzgün yüzeyli dairesel bir levha almıştır. Bu levhanın üzerine çevresinin çok yakınından geçecek şekilde bir daire çizmiş ve onu birbirine dik iki çapla bölmüştür. Sonra ortaya çıkan çeyrek dairelerden sadece ikisini 90 eşit kısma bölmüştür. Daha sonrada 90 derecelik bu yayları beşer dereceler halinde birleştiriyor. [Ancak verdiği çizimde onar derecelik yaylar halinde birleştirilmiştir.] Sonra bu dercelenmiş yarı daireye dik olan çap başlangıç kabul edilerek, sağından ve solundan doksan dereceye ulaşınca kadar, onar derecelik yaylar halinde rakamları yazıyor. Daha sonra dikdörtgen biçiminde, ortalarında küçük delik bulunan iki adet hedefe alıp, yine bu çap üzerinde birini merkeze yakın bir noktaya, diğerini ise çevreye teğet olacak şekilde ve daire yüzeyine dik konumda yerleştiriyor. Ayrıca uzunluğu çapın 7/11'i ve eni de üstteki hedefenin çevreye uzaklığı kadar olan cetvel şeklinde bir levha alıyor, ve tıpkı yansıma aracında olduğu gibi, bir kemer

şeklinde dereceli yay üzerine dik olarak yerleştiriyor. Bu cetvelin yüzeyini de daire çevresinden başlamak üzere dereceliyor. Daha sonra ikinci hedefenin yakınına, bu hedefeden ışık geldiğinde gölgesi kemer şeklindeki cetvelde son bulacak kadar uzunlukta bir mil dikeyiyor (şekil 67). En sonunda bu aracı bulunduğu yerin ufuk düzlemine dik olacak şekilde, saf tatlı su dolu bir kabın içine, merkez noktası su yüzeyine teğet olacak şekilde yerleştiriyor.

Aracın kullanımını ise şöyledir:

DHB çeyrek dairesi gelen ışığın bulunduğu ortamı, CBH çeyrek dairesi de kırılan ışının bulunduğu ortamı temsil etmektedir. DCB yarı dairesi hareketlidir. Bu nedenle, bu yarı daire AHD çeyrek dairesine doğru derece derece kaydırılabilmekte ve böylece gelen ışının istenilen derecede gelmesi sağlanabilmektedir. Örneğin ışının 50 derece ile gelmesi sağlanacaksa, bu durumda DCB yarı dairesi AHD çeyrek dairesine doğru kaydırılarak 50 rakamının DH doğrusuyla çakıştırılması gerekmektedir. Bu durumda Normal CHB çeyrek dairesindeki 40 rakamına kaymış olur. Bunun gibi her derece ile ışının gelmesini ayarlamak olanaklıdır.

Takîyüddîn bu bölümde ayrıca daha önce Batlamyus, İbn el-Heysem ve Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin de kabul ettikleri temel ilkeleri bir kez daha yinelemiştir. Bu ilkeler şunlardır:



Şekil 67: Takıyüddin'in kırılmayı incelemekte kullandığı araç.

- Geliş açısı büyüdükçe kırılma açısı da büyür.
- Kırıcı ortamın yoğunluğu arttıkça kırılma da daha büyük olur.
- Kırılan ışın da doğru boyunca yayılır.
- Terkedilen hat, kırılan hat ve Normal tek bir düzlemde, yani görüntü yüzeyinde yer alırlar.
- Dik ışın kırılmaz.

II. 4. ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

KIRILMAYLA OLUŞAN GÖRME

Gelen ve kırılan ışınların yer aldığı bir ortamın gerisinde oluşan görme konusuna ayırdığı bu bölümde Taķiyüddîn konuyu dört madde halinde tartışmıştır.

1. Bir ortamın gerisinde bulunan bir nesnenin nasıl görüneceğini, yine deneysel olarak ele alan Taķiyüddîn, daha önce Batlamyus ve İbn el-Heysem tarafından ileri sürülmüş olan şu iki ilkeyi doğru bir biçimde bir kez daha vurgular:

a. Kırıcı ortamın yüzeyine dik gelen ışın kırılmadan,

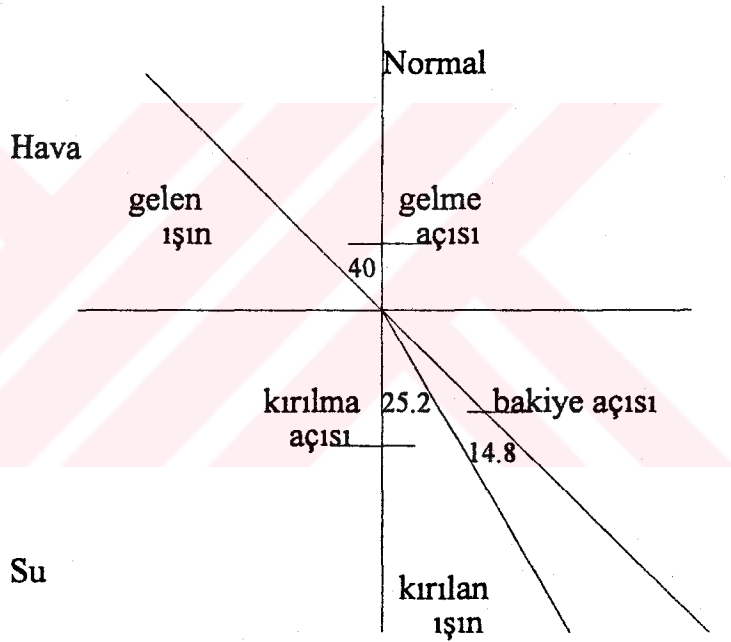
b. Eğik gelen ışın ise ortamın yoğunluğuna bağlı olarak Normale ya da Normalden öteye doğru kırılmaya uğrayarak ortama nüfûz eder.

Taķiyüddîn bu iki ilkeye dayanarak, başka bir deyişle bunları kırılmayla oluşan görme konusuna uygulayarak, bir ortamın gerisinde bulunan bir nesnenin görüntüsünün göze nasıl geleceğini belirlemiştir. Buna göre, eğer ortamın gerisinde bulunan bir nesne göz ile aynı doğrultudaysa ya da nesneden gelen ışın ortamın yüzeyine dik ise göz o nesneyi bulunduğu konumda ve aynen, aksine yani eğimli bir doğrultu

üzerindeyse, o zaman da belirli bir kırılmaya uğramış olarak, asıl konumunun dışında algılayacaktır.

Takîyüddîn bu temel iki durumu deneysel olarak göstermek için, bir önceki bölümde ayrıntısıyla tanımladığımız kırılma aracı üzerinde bulunan hedefelerin deliklerinde geçecek büyüklükte bir boru alıp oraya yerleştiriyor. Aracın muntika noktasına, yani B kutbunun sağına ve soluna suyla çıkmayacak şekilde boyayla işaretler koyuyor. Bu haliyle aracı yine CD çapı su yüzeyine teğet olacak şekilde suya daldırıyor.

Bu durumda eğer, borudan bakılırsa doğrudan doğruya B noktası, yukarıdaki birinci kural gereği herhangi bir kırılma olmayacağı için aynen görülecektir. Çünkü Takîyüddîn'in de doğru olarak belirlediği gibi, o noktadan göze gelen ikincil ışık su yüzeyine diktir. Eğer aracın BD çeyrek dairesindeki 40 derecesi su yüzeyine intibak ettirilip, tekrar borudan bakılırsa, bu kez B noktası değil, aksine CB çeyrek dairesindeki 20 derece görülecektir.



Şekil 68: kırılma geometrisi.

Çünkü Takîyüddîn'in belirlediği gibi, bu noktadan görüntü yüzeyinin merkezine, yani kırılma noktasına sureti taşıyan ışık, havanın sudan daha az yoğun olması dolayısıyla, göze ulaşınca kadar Normalden öteye doğru kırılarak gelecektir.

Şimdi Takîyüddîn'in verdiği bu açıklamaların doğru olup olmadığını yine çağdaş optik bilgimiz ışığında ve bir çizim yardımıyla denetleyebiliriz. Şekil 68'de gözün bulunduğu ortam hava ve nesnenin bulunduğu ortam ise su olarak gösterilmiştir. Takîyüddîn'in açıklamasına göre eğer göz 40 derecelik bir açıyla aracın kutbuna bakıyorsa orada B noktasını değil, K noktasını görecektir. Takîyüddîn bugün bizim anladığımız anlamda kırılma açısıyla değil, bakiye ya da sapma açısı dediğimiz ve kendisinin zaide açısı adını verdiği açıyla işlem yaptığına göre, 40 dereceyle gelen ışın 14.8 derecelik bir sapmayla suya girecektir. Bu durumda kırılma açısı $40 - 14.8 = 25.2$ derece olacaktır. 25.2 20 ile 30 dereceler arasında olduğundan, borudan bakıldığında ister istemez göze gelen nokta K harfinin bulunduğu kısım olacaktır ki, Takîyüddîn'in belirtmek istediği de budur.

Yine bu maddede Takîyüddîn doğrudan ve yansıyan ışınlar gibi kırılan ışınların da renklerin suretlerini taşıyacaklarını belirtmektedir.

Takîyüddîn bu bölümün geriye kalan maddelerinde ise açıklamasını daha sonra vereceğini belirterek çeşitli ilkeler ileri sürmüştür. Bu ilkeler şunlardır:

2. Az yoğun ortamda eğer geliş açıları daha kkse, bu açıların kırılma çizgileri, geliş açıları daha büyük olan açıların kırılma izgelerinden daha fazla Normale doğru yaklaşırlar.

3. Az yoğun ortamda, eğer geliş açıları daha kkse, bunların kırılma çizgileri, ilkinden daha büyük olan geliş açılarının kırılma izgelerinden daha fazla kırılma kesitine yaklaşırlar.

4. Tek bir gözle görünen bir nokta için kırılma tek bir noktada olur.



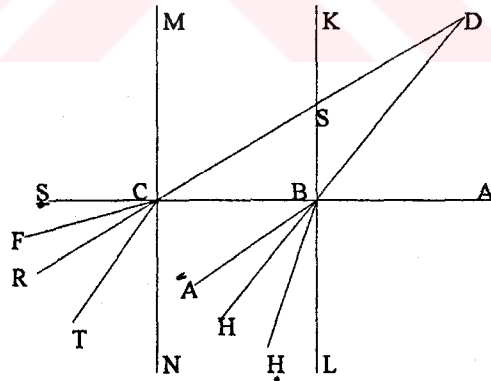
II. 5. DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

KIRILMA AÇILARININ ORANLARI

Kırılma açılarının oranları konusunu ele alındığı bu bölümde Takîyüddîn, öncelikle Batlamyus ve İbn el-Heysem'in konuyla ilgili bir kaç belirlemesini yineler: Eğer, dik açı 90 derece olmak koşuluyla, gelme açısı 40 derece olursa, bakiye açısı 25, eğer geliş açısı 50 derece olursa bakiye açısı da 30 derece olur.

Takîyüddîn'e göre bu durumda 40 derece için kırılma miktarı 15, 50 derece için ise 20 derece olacaktır.

Takîyüddîn'in bu belirlemelerinin doğruluğunu gösterebilmek için şu çizimi verir. Şekil 69'de D ışık kaynağı, B ve C kırılma noktaları, BH ve CR mehcür hatlar; BH ve CT hatları da yoğun ortamdaki kırılma hatları olsun. KBL ve MCN dikmeleri de B ve C kırılma noktalarının



Şekil 69 : Takîyüddîn'e göre kırılma geometrisi

Normalleri olsun. Takîyüddîn'in belirlemelerini çizim üzerinde gösterirsek, bu durumda;

$$\angle DCM < \angle DBK \text{ [geliş açıları olduklarından. DBK=40; DCM=50]}$$

$$\angle DSK = \angle DCM \text{ [yöndeş açılar olduklarından]}$$

Bu durumda,

$$\angle DSK > \angle DBK \text{ [geliş açıları]}$$

$$\angle RCT > \angle HB\dot{H} \text{ [bakiye açıları]}$$

$\angle RCT/\angle DCM > \angle HB\dot{H}/\angle DBK$ [Geliş açısı büyüdüğünde, kırılma açısının da büyüdüğü bir önceki bölümde tartışılmıştı.]

$$\angle RCT - \angle HB\dot{H} < \angle DCM - \angle DBK$$

$$\angle DCM - \angle RCT > \angle DBK - \angle HB\dot{H}$$

$$\angle TCN > \angle HBL$$

Aynı koşullar altında az yoğun ortamdaki durumunu ele alalım.

BA ve CF kırılma hatları olsun.

$$\angle FCR < \angle \acute{A}BH,$$

$$\angle FCR/\angle DCA < \angle \acute{A}BH/\angle DBA,$$

$$\angle FCR - \angle \acute{A}BH > \angle DCA - \angle DBA$$

$$\angle FCR - \angle DCA < \angle \acute{A}BH - \angle DBA$$

$$\angle SCF < \angle CBA$$

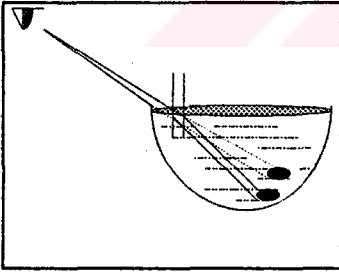
Takîyüddîn bu iki kurala Kanun adını vermiştir. Anlaşılan odurki Takîyüddîn sinüs kanunuyla uğraşmamıştır. Çünkü açıkça görüldüğü üzere konu tamamen geometrik olarak ele alınmış ve trigonometri işin içine sokulmamıştır. Eğer böyle olsaydı, yani konuya yaklaşımı trigonometrik olsaydı, o zaman Takîyüddîn'in de açılar arasında oranlar ya da eşitsizlikler kurmak yerine, kirisleri veya sinüsleri ele alması gerekirdi. Böyle bir girişimde bulunmadığına göre onun **Kanun** adını verdiği ifadelerin birer aritmetiksel eşitsizlik olduğunu belirtmemiz gerekmektedir.



II. 6. BEŞİNCİ BÖLÜM

GÖRÜNTÜ VE GÖRÜNTÜ KONUMLARI

Görüntü oluşumu ve konumları konusunu tartıştığı bu bölümde Takîyüddîn, öncelikle görüntünün tanımını vermektedir: Ona göre görüntü saydam bir ortamda bulunan bir nesnenin, gözün duyarlılığıyla algılanan suretidir. Bu doğru bir tanımdır ve Takîyüddîn ek bir bilgi olarak da göz ve nesne arasını bağlayan hattın ortamın yüzeyine dik değil, aksine eğimli olduğunu belirtmiştir. Burada altı problem tartışılmaktadır.



1) Birinci problem bir nesnenin kırılmadan dolayı algılanması durumunda, bu algının doğrudan olduğunun zannedilmesi ve kırılmanın farkedilmemesiyle ilgilidir. Takîyüddîn çok bilinen bir örnek vermiş ve içi boş olan bir kabin içinde görünmeyen bir madeni paranın kap suyla doldurulunca görünmesini ele almıştır. Burada para kırılmadan dolayı görünür hale geldiği halde, bu görünmeyi sağlayan kırılma algılanmaz, ve nesne sanki gözle aynı doğrultudaymış gibi görünür.

2) Bu maddede Takîyüddîn kırılmanın az ya da çok yoğun ortama göre olan değişimini ele alıp, görüntü konumunun nasıl oluştuğunu açıklamaktadır. Konuya yönelik yeni bir yaklaşım getirmediği için ayrıntıya girmeye gerek yoktur.

3) Bu maddede de Takîyüddîn kırılmayla oluşan görüntülerin niteliklerini saymayı sürdürür. Buna göre örneğin suya batırılan bir çubuğun suyun yüzeyinden itibaren kırılmış gibi görüldüğünü ve su içindeki kısmın sanki suyun yüzeyine doğru yükseldiğini belirtmektedir. Tamamen gündelik yaşamda karşılaşılan gözlemsel olguların açıklanmasına ilişkin bilgilerdir ve tartışmaya gerek yoktur.

4) Bu madde ise bir ortam içerisinde bulunan bir noktanın tek bir gözlemci için tek bir görüntüsünün olacağını belirtmektedir. Böyle bir durumda eğer göz ve nesne aynı doğru üzerindeyseler ve bu doğru yüzeye dik ise, kırılma olmayacağı için nesne aynen ve aynı konumda görünecektir. Eğer eğimliyse, bu durumda da ortamın yoğunluğuna uygun olarak Normalden ötede ya da Normale yakın bir noktada görünecektir. Her iki durumda da nesnenin tek bir görüntüsü olacaktır.

Takîyüddîn bu maddenin geriye kalan kısmında ise bu durumun az yoğun ya da çok yoğun ortamlardaki anlatımını ele almış ve her iki durumda da tek bir noktanın kırılmayla tek bir görüntüsünün olacağını yine geometrik çizimleme yoluyla vermiştir.

Takîyüddîn bu bölümün geriye kalan 5., 6. ve 7. maddelerinde de yine değişik konumlarda bulunan bir nesnenin kırılmayla oluşan görüntü

konumlarından, yalnızca kural nitelikli açıklamalarında bulunmuş ve herhangi bir şekilde kanıtlama ya da çizim vermemiştir. Burada ve genel olarak yaptığı kanıtlamalarda temele aldığı ilkeler şunlardır:

1. Göz ve nesne arasını bağlayan çizgi kırıcı ortamın yüzeyine dik ise, nesne kırılma olmaksızın doğrudan doğruya algılanır.

2. Eğik geliş durumunda, ortam çok yoğunsa ışın Normale doğru kırılacağından, görüntü de o yönde, az yoğununda ise Normalden öteye doğru sapmış olarak görünür.

Takîyüddîn bu kurallar ışığında diğer iki kitapta izlediği yöntemi burada da izleyerek, kırılmayla ortaya çıkan görme kusurlarını ele almak için bir bölüm açmıştır. Burada da problemleri, ışık, renk, konum, büyüklük vb. görsel niteliklerle ilişkileri dahilinde tartışmıştır.

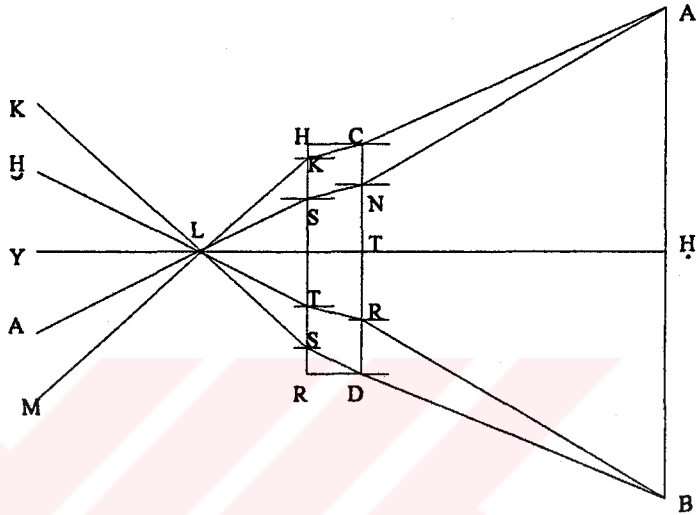
Bu görsel nitelikleri ele almadan önce, kırılmayla ışığın bir noktada yoğunlaştırılabilmesi gibi, billurdan yapılmış gözlük camlarının da nesnelere büyüttebildiğini ve nesneyle göz arasındaki mesafeyi kısalttığını belirtmektedir. Bunun gibi yoğunluğu çok fazla olan billurların ise görmeyi bozduğunu ve gözün nesnelere seçemez hale getirdiğini belirtmektedir.

Tamamen gözlemlerle elde ettiği anlaşılan bu açıklamalarından sonra Takîyüddîn, merceklerin ya da kendi deyimiyle düzgün yüzeyli billur parçalarının ışığı kırma özelliğinden ve arkasındaki nesnelere daha büyük göstermelerinden yararlanarak, değişik durumlarda ortaya çıkan görmeye ilişkin belirlemelerde bulunur. Burada ilginç olan yön

Takîyüddîn'in verdiği bilgilerle ince kenarlı merceklerde ortaya çıkan görüntülerin niteliklerine ilişkin bilgilerin tamamen uyuşmasıdır.

Şekil 70'de AB göz önüne dik olarak konulmuş bir sütun, CHRD billur, ABCD ise gelen ışın konisi olsun.

Bu durumda A'dan
billura gelen ışın
örneğin C noktasında
yüzeye degecek ve
ortamın daha yoğun
olması dolayısıyla
Normale doğru
kırılacak ve K'ya
gelecek ve billuru terk
edecektir.

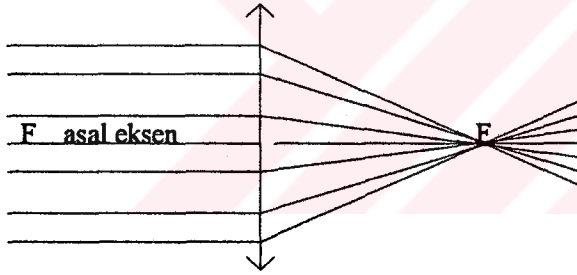


Hava Şekil 70: Takîyüddîn'e göre düzlem yüzeyli ortamlarda kırılma.

billurdan daha az yoğun olduğu için de bu kez aynı ışın Normalden öteye doğru bükülerek, örneğin L noktasına gelecektir. A'dan çıkacak diğer bir ışın için de aynı şey söz konusudur. Bu kural B'den gelen ışınlar için de aynen geçerlidir. Yani bu ışınların tümü L noktasında toplanacaklardır. Bu durumda L noktası ışınların toplandığı bir odak olacak ve tıpkı çukur aynada olduğu gibi bir yanma noktası oluşturacaktır.

Şimdi böyle bir düzenekte gözün, örneğin L'nin önünde ya da diğer bir deyişle mercek ve L arasında, L'nin ötesinde ve L'de bulunması durumunda AB nesnesinin nasıl algılanacağını belirlemeye çalışalım.

Eğer göz L'de ise hiçbir şey göremez. Daha doğru bir anlatımla nesnenin üzerindeki her noktadan gelen ışınlar ya da Takîyüddîn'in deyişiyle suretler bu noktada toplandığından birbirine girecek ve meydana gelen karışıklıktan dolayı suret seçilemeyecektir. Eğer göz L noktası ve billur arasındaysa nesne olduğu gibi ve düz olarak görünecektir. Çünkü nesnenin üst kısmından gelen ışınlar ile alt kısmından gelen ışınlar henüz birbirine karışmamışlardır. Eğer göz L noktasının gerisindeyse bu durumda görüntü ters dönmüş olarak ortaya çıkacaktır. Çünkü nesnenin üst kısmında gelen ışınlar L'de toplandıktan sonra alta, alt kısımda gelen ışınlar da toplandıktan sonra üste geçecek ve böylece nesne baş aşağı dönmüş görünecektir. Aynı durum nesnenin yönleri için de geçerlidir. Yani sağı solda ve solu da sağda görünecektir.



Şekil 71a : İnce kenarlı mercekten ışığın bir noktada odaklanması.

Böylece Takîyüddîn'in ortaya koyduğu bu açıklamaların tamamen doğru olduğu anlaşılmaktadır. Ancak burada dikkatimizi çekmesi gereken yön bu açıklamaların nedensel olduğu ve herhangi

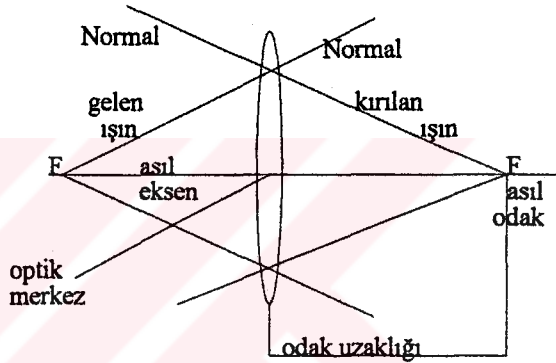
bir matematiksel ifadeye yer vermemiş olmasıdır. Bununla birlikte çağdaş optik bilgimize dayanarak bu nedensel açıklamanın geometrik olarak gösterimini gerçekleştirebiliriz.

İnce kenarlı bir merceğin optik eksenini üzerinde ve çok uzakta bulunan bir cisim alalım. Bu cisimden gelen ve paralel olan ışınlar,

merceğin öte yanında, bir F noktasında birleşerek, nokta gibi küçük, gerçek ve ters bir görüntü verirler. F noktasına merceğin asal odak noktası, bunun merceğe olan uzaklığına odak uzaklığı ve F'den optik eksene dik olan düzleme ise odak düzlemi denir (şekil 71 a-b).

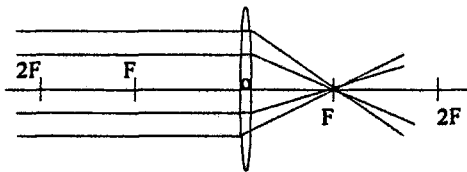
Yakınsak mercek adı da denilen bu merceklerde optik eksene paralel gelen ışınlar kırıldıktan sonra odakta geçerler. Odaktan geçerek merceğe gelen ışınlar kırıldıktan sonra optik eksene paralel olurlar. Optik merkezinden geçen ışınlar ise kırılmaksızın geçerler.

Bu mercekler aracılığıyla oluşan kırılma sonucunda açığa çıkan görme konusuna gelince, tıpkı çukur aynalarda olduğu gibi, burada da altı olasılık söz konusudur.



1. Nesne sonsuzdaysa Şekil 71b: İnce kenarlı mercek .
görüntü asıl odakta oluşur (şekil 72).

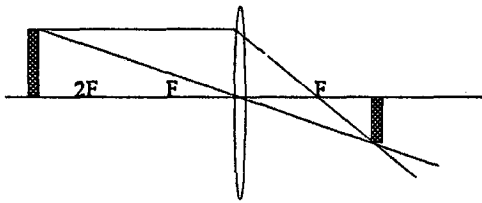
2. Nesne odak uzaklığının iki katından daha uzaktaysa görüntü



Şekil 72 : Nesnenin sonsuzda bulunması durumu.

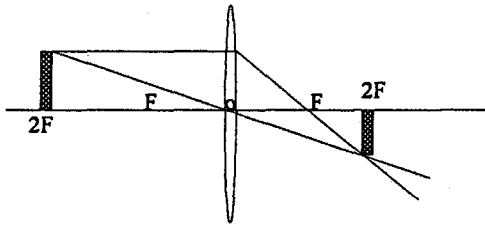
gerçek, ters ve küçülmüş olarak ve asıl odağın gerisinde ortaya çıkar (şekil 73).

3. Nesne odak uzaklığının iki katı bir uzaklıktaysa, görüntü gerçek, ters ve aslına eşit olarak ve aynı uzaklıkta ortaya çıkar (şekil 74).



Şekil 73: Nesnenin iki odak uzaklığından daha uzakta bulunması durumu.

oluşmaz (şekil 76).



Şekil 74: Nesnenin 2F'de bulunması durumu.

77).³¹²

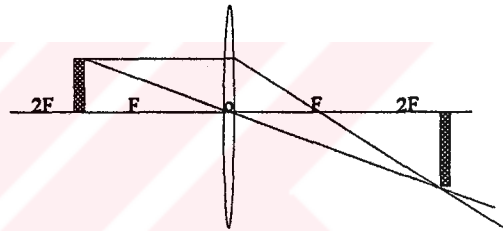
Şimdi bu altı durumla Taqiyüddin'in verdiği bilgileri

karşılaştırdığımızda, tamamen doğru olduğunu kolaylıkla görebiliriz. Tek fark Taqiyüddin'in altı değil yalnızca üç konum üzerinde durmuş olmasıdır.

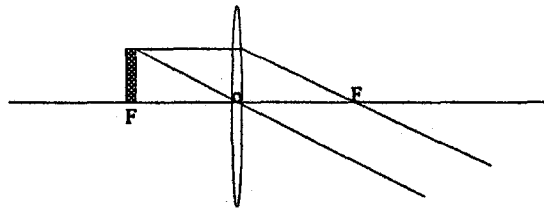
4.Nesne odak uzaklığının iki katından daha az bir mesafedeysse, görüntü gerçek, ters ve büyümüş olarak ortaya çıkar (şekil 75).

5.Nesne odaktaysa görüntü

6.Nesne odak ve merkez arasındaysa, görüntü zahiri, düz ve büyümüş olarak ortaya çıkar (şekil



Şekil 75: Nesnenin F'nin gerisinde bulunması durumu.

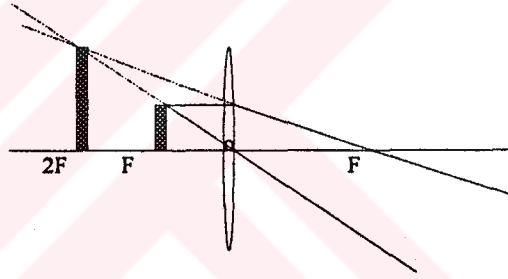


Şekil 76: Nesnenin odakta bulunması durumu.

³¹² Williams & Metcalfe & Trinklein & Lefler, ss. 359-361.; Richards & Sears & Wehr & Zemansky, s. 67.

Takîyüddîn bundan sonra küresel yüzeyli ortamlardaki kırılma durumunu ele alır. Kırılmayı düz ve küresel yüzeyli ortamlar olmak üzere iki farklı şekilde ele alma yaklaşımı daha önce Batlamyus, İbn el-Heysem ve Kemâlüddîn el-Fârîsî tarafından başvurulmuş bir yaklaşımdır. Açıklamalarından Takîyüddîn'in de bu yaklaşımı benimsediği anlaşılmaktadır. Ancak onun anlatımı İbn el-Heysem ve Kemâlüddîn el-Fârîsî'den daha kısa ve yüzeyseldir. Düzlem billurla yaptığı deneylerde elde ettiği sonuçları bir de burada yinelemekle yetinmiştir. Oysa ki Yakan Küreler (Burning Glass) adı verilen bu araçla yaptığı deneyler ve İbn el-Heysem'in bilgileri ışığında Kemâlüddîn el-Fârîsî gökkuşağının oluşumunu tamamen doğru olarak açıklayabilmişti.

Takîyüddîn'de ise bu türden bir açıklamaya rastlamamaktayız. Onun böylesine önemli bir konudan söz etmek bir yana adını dahi anmamış olması şaşırıcı olduğu kadar anlamlandırılması da kolay olmayan bir durumdur.



Şekil 77: Nesnenin odak ve mercek arasında bulunması durumu.

Takîyüddîn daha sonra atmosfer kırılmasıyla ilgili açıklamaları ele aldığı ayrı bir bölüme geçmiştir.

Kırılmadan Dolayı Göksel Nesnelerin Miktarları ve Uzaklıkları ile İlgili Hataların Nedenlerinin Bilinmesi Konusunda Bölüm

Takîyüddîn kırılma konusunda belirlediği genel kurallar çerçevesinde ışığın atmosferde uğradığı değişimleri ele almıştır. Bunu yaparken öncelikle göksel nesnelerin yapılarının yersel nesnelere farklı olarak beşinci bir unsurdan oluştuğunu ve bu unsurun diğer dört unsurdan daha az yoğun olduğunu belirtmektedir. Öyle ki bu unsur saydamlığın son sınırınıdır. Yani başka hiçbir nesne bu denli saydam olamaz.

Bu temel belirlemelerinden sonra Takîyüddîn, bu ortamda da diğer dört unsurun oluşturduğu ortamlarda geçerli olan kırılma kurallarının geçerli olduğunu belirterek, bir ışık kaynağından çıkan ışığın bu ortam boyunca evrene yayıldığını, eğer yayılım çap boyunca oluyorsa bu ortamın yoğunluğunca yön değiştirmeksizin ilerleyeceğini, buna karşılık, kaynaktan gelen bu ışınların dünya feleğinin çukur yüzeyine değdiklerinde, değme noktalarında bulunan dikme yönüne kırılacaklarını, doğru olarak ortaya koymuştur. Çünkü yukarıda da belirttiğimiz üzere, temel kırılma kuralları atmosferde de geçerlidir. Bundan dolayı atmosfer dışında gelen ışınlar, geliş ortamından daha

yoğun olan dünya feleğine ulaştıklarında, buradaki yoğunluğun daha fazla olması dolayısıyla Normale doğru kırılacaklardır.

Takîyüddîn bu doğru belirlemesini geometrik çizimleme yoluyla belgelemek için, bazı temel astronomi kavramlarının tanımlarını vermiştir. Buna göre gökküresini görünen ve görünmeyen olmak üzere iki kısma bölen ve evrenin merkezinden geçen daireye hakiki ufuk dairesi, görünür yarımküre yönünde, hakiki ufkun merkezinden geçen ve zenit doğrultusu boyunca gökküresini delen daireye azimut, ya da yükseklik dairesi, bu dairenin kutbunda bulunan küçük dairelere mukantra, denildiğini belirtmektedir.

Buna göre şekil 78'deki AB hakiki ufuk çizgisi,

C evrenin merkezi

H göz

R zenit doğrultusu

HTY azimut ve gökküresi arasındaki ortak kesit,

KHL gökküresi ve yerküresi arasındaki ortak kesit olsun.

M'den gelen ışın ortamların yoğunluğu farklı olmasaydı, MH yolunu izleyerek H'ye gelecekti. Aynı şekilde N'den gelen ışın da NH yolunu izleyerek H'ye gelecekti. Ancak kırılma kurallarıyla kanıtlanmış olduğu üzere, her iki noktanın görüntüsü de olduğundan daha yükselmiş olacağından, bu durumda M noktası TH arasında örneğin S'de ve N noktası da TY arasında örneğin Á'da görünecektir. Yani M sureti

Ancak bu bölümün sonlarında Taḳîyüddîn hem astronomi, gözlem araçları ve hem de görme optiğinin tarihini çok yakından etkilemiş olan bir araçtan söz etmektedir. Bu araç teleskoptur.

Taḳîyüddîn'in bu konuyla ilgili açıklaması aynen şöyledir:

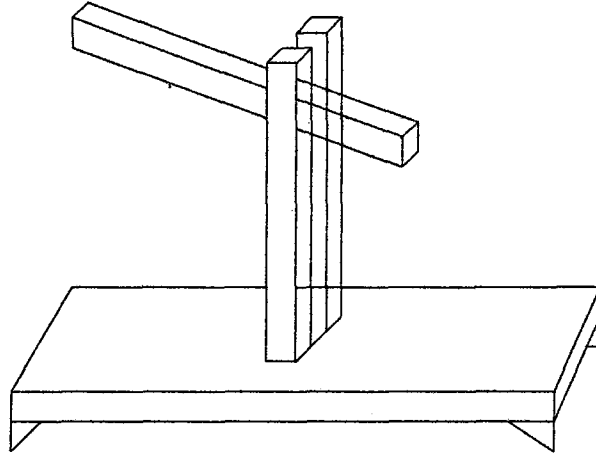
"Ben uzakta bulunmaları nedeniyle görülemeyen [gözden gizlenmiş olan] eşyayı en ince ayrıntılarıyla gösterebilen ve ortalama uzaklıkta bulunan gemilerin yelkenlerini bir ucundan tek bir gözle baktığınızda görebileceğiniz ve [daha önce] Yunanlı bilginlerin yapıp, İskenderiye kulesine yerleştirmiş olduklarına benzer bir billur [mercek] yaptım.³¹³

Burada yapılan açıklamaya dayanılarak Taḳîyüddîn'in yaptığı bu araç teleskop olarak tanımlamamız olanaklı görünmektedir. Çünkü çok uzakta bulunan nesnelere çok yakında ve ayrıntısıyla gösterebilmektedir. Yapılan aracın salt bir mercek olduğunu düşünmek olanaklı değildir. Çünkü mercekler çok uzaktaki nesnelere yakınlaştırmaktan çok, belirli yakınlıkta bulunan nesnelere büyütülebirlirler. Bu bakımdan sadece mercek olamaz. Öte yandan Taḳîyüddîn'in yukarıdaki alıntının devamında verdiği açıklama da bu yorumu doğrulamaktadır. Çünkü Taḳîyüddîn bu aracın nasıl yapılacağını ve kullanımını anlattığı bir de risale yazdığını belirtmektedir. Bu aracın nasıl kullanılacağını da açıklamak gereğini duyduğuna göre, bu araç mercekten nisbeten daha karmaşık olmalıdır. Zaten merceği kullanmak için bir risale yazmaya da gereksinim olamaz. Çünkü mercek çok daha eskilerden buyana kullanıla gelmektedir. Dolayısıyla Taḳîyüddîn'in yaptığı söylediği araç ancak bir teleskop

³¹³ Taḳîyüddîn, üçüncü kitap, beşinci bölüm, çeviri metin, ss 584

olabilir. Bu neden önemlidir ? Bu sorunun yanıtı da teleskopun tarihinde gizlidir.

Bilinen kaynaklara göre, teleskopun en erken tarihi 1600 yıllarına denk düşmektedir. Galileo'nun evrenin gizlerini çözmek üzere gökyüzüne yönelttiği teleskobu da 1609 tarihini taşımaktadır.



Şekil 79: Çin'de kullanılmış olan gözlem tüpü.

Takîyüddîn'in bu kitabının yazılışı ise 1574'ün başlarındadır. Yani Takîyüddîn yaklaşık 30-35 yıllık bir süre daha önceden teleskop yapmış olmaktadır. Ancak burada durumu nisbeten karıştıran bir konu bulunmaktadır. O da Takîyüddîn'in yukarıdaki ifadesinde benzeri bir aracın daha önce Yunanlılar tarafından yapılıp İskenderiye kulesine yerleştirdiklerini belirtmesidir. Oysa ki bilinen hiçbir kaynakta İskenderiye kulesinde böyle bir aracın bulunduğu belirtilmemektedir. O zaman Takîyüddîn'in sözkonusu ettiği bu araç ne olabilir ?

Yaptığımız bütün incelemeler, bize bu aracın bir gözlem tüpü (sighting tube) olabileceği fikrini vermektedir. Çünkü bu araçlar çok daha eskilerden örneğin Çin'de M.Ö. 1100'lerde kullanılmaktaydı. Ancak bu aracın asıl özelliği görüntüyü büyültmek, yakınlaştırmak ya da

daha net hale getirmek için herhangi bir mercek ya da benzeri bir şeyin bulunmamasıdır. Bu araç şekil 79'da görüldüğü üzere bir kaide üzerine oturtulmuş bir borudan ibaret olup, ışığı bir noktada toplayarak gözlemcinin yıldızı daha net olarak algılamasını sağlamakta kullanılmaktaydı. Elle tutularak gözlem yapmakta kullanılan diğer bir modeli de bulunmaktaydı.³¹⁴ Ancak her iki modelin de bugünkü anlamda teleskopla bir ilgisi yoktu. Bunlardan şekil 79'deki model gökkutbun gözlenmesinde yardımcı olmak üzere düzenlenmiştir ve doğrudan doğruya kutup yıldızına yöneltilerek yıldızın yerini tesbit etmekte kullanılmaktaydı. Diğer model de herhangi bir kaideye oturtulmadan yine aynı amaçla kullanılmaktaydı. Her iki araçta yıldızdan gelen ışınları toplamak için bir huni görevi görmekteydi.³¹⁵

Bu araçlar Ortaçağ'da da yoğunlukla kullanılmıştır. Örneğin her iki model de St. Gall yazmasında resmedilmiştir. İşte Takîyüddîn'in yaptığını ve daha önce İskenderiye kulesinde bulunduğunu söylediği araç bu tarzda bir araç olabilir ve büyük bir olasılıkla Takîyüddîn bu araca mercek yerleştirmiştir. Bu ise tam anlamıyla bir teleskoptan başka bir şey değildir. Böylece Takîyüddîn batıda 1609 tarihinde icat edilen bu aracı yaklaşık 35 yıl önce gerçekleştirmeyi başarmıştır.

³¹⁴ Singer, C; & Holmyard, E.J; & Hall, A.R.; & Williams, T.I., (ed.) *A History of Technology*, 3. cilt, Oxford, 1957, s. 594.; Ronan, Colin A., *The Shorter Science and Civilisation in China*, 2. cilt, Cambridge University Press, 1981.

³¹⁵ a.g.y. s. 594.

SONUÇ

Takîyüddîn'in üç anabölüm halinde düzenleyerek kaleme almış olduğu bu yapıtını bir bütün olarak değerlendirdiğimizde, 16. yüzyılda Osmanlı İmparatorluğu'nda bu alanda yazılmış tek yapıt olmasının yanında, aynı zamanda içerik bakımından da oldukça başarılı, problemlerin yüksek düzeyde tartışıldığı ve ayrıntılı deneylerle ulaşılan sonuçların denetlendiği temel bir optik kitabı niteliğini de taşıdığını görmekteyiz.

Kitabın temel dokusunu İslâm dünyası'nda yaklaşık sekiz yüzyıl önce başlatılmış olan köklü ve başarılı optik çalışmalar sonucu elde edilmiş temel argümanlar, problemler ve bir bütün olarak belirlenmiş olan çerçeve oluşturmaktadır. Öyle ki, bu yapı 17. yüzyıla kadar batıda güncelliğini koruyan temel tartışmaların çerçevesini oluştururken, aynı şekilde, Osmanlı İmparatorluğu'nda da bütün canlılığıyla etkinliğini sürdürmüştür. Bu durum ilk bakışta şaşırtıcı gelse bile, gerçekte bunu anlamak ve anlamlandırmak zor değildir. Çünkü yaptığımız bu çalışmayla çok açık olarak ortaya çıkan şudur: 17. yüzyıla kadar batıda optik konusunda egemen olan görüş İbn el-Heyssem'in bir tür gelenek haline dönüşmüş olan görüşleridir. Bu görüşte temel olan düşüncenin iki boyutu vardır: 1) Optik problemlerin tam anlamıyla birer geometri problemine dönüştürülerek konunun geometrik olarak incelenmesi; 2)

Problemin aynı zamanda nedensel olarak açıklanabilmesidir. Bu iki temel düşünce ayrıntılı ve çok ustalıkla olarak düzenlenmiş deneylerle desteklenmiştir.

İşte bu temel yaklaşım biçimi 17. yüzyıla kadar batıda egemen olmuştur. Öyle ki, Bacon, Witelo ve Pecham tam anlamıyla yukarıda betimlediğimiz model çerçevesinde hareket etmişlerdir. Bu süreçte yalnızca Kepler bir tür ara dönem araştırmacısı durumuna düşmektedir. Çünkü onda bir yönüyle İbn el-Heysem ekolünün derin izleri bulunurken, bir yandan da merceklere ilişkin temel pek çok keşfin yapılabildiği ve sonuç olarak optiğin gelişmesinde çok temel olan ve dioptrik adı verilen incelemeleri gerçekleştirmeyi başarmıştır. Bu incelemeleri tarihçiler optik tarihinde bir dönüm noktası olarak görmüşler ve bu anlamda Kepler'i Optiğin Modern Tarihi'nin başlangıcındaki kimse olarak değerlendirmişlerdir.

Bu belirleme bir yönüyle doğru bir açıklama niteliği taşısa bile, tamamen doğru değildir. Çünkü gerçekte optiğin modern dönemini tam anlamıyla renk olgusu oluşturmaktadır ve bu konuyu gerçek boyutlarıyla değerlendirebilme onuru da Newton'a aittir. Zira Kepler renk incelemesi konusunda tam anlamıyla başarısız olmuş bir kimsedir. Oysa Newton'un *Opticks* adlı eserini incelediğimizde, onun bir bütün olarak renk olgusunun araştırılmasına ayrıldığını görmekteyiz. Öyle ki, bu kitabın tam başlığı, *Optik ya da Işığın Yansımaları, Kırılması, Bükülmesi ve Renk İncelemesi*, [*Opticks or a Treatise of the Reflections, refractions, Inflections and Colours of Light*] adını taşımasına rağmen, yansıma ve

kırılma konuları, daha önce elde edilmiş bilgiler ışığında gerçekleştirilmiş olan tanımlar ve aksiyomlar halinde, özlü bir biçimde ele alınarak, tamamen renk analizine ayrılmıştır.

Batıda kısaca konunun izlediği serüven böyle iken, doğuda ise durum çok daha şaşırtıcı dalgalanmalar halinde gelişimini sürdürmüştür. Öyle ki İbn el-Heysem'in çok köklü gelişmelere yol açan ve yukarıda belirttiğimiz üzere yeni bir yaklaşım biçimi ve anlayışının doğmasını sağlayan çalışmalarına karşın, ondan yaklaşık iki yüz yıl sonra yaşamış olan Nasiruddîn-i Tûsî son derece başarısız ve daha geri bir adımı oluşturan Aristocu yaklaşımın derin izlerini taşıyan açıklamalar yapmak yanlına düşmüştür. Diğer taraftan yine İbn el-Heysem'den yaklaşık 300 yıl sonra yaşamış ve ilginçtir o da Nasiruddîn-i Tûsî gibi İranlı bir araştırmacı olan Kemâlüddîn el-Fârîsî ise bu kez tam anlamıyla yeni optik gelenek olarak adlandırabileceğimiz İbn el-Heysem geleneğinin temsilciliğini yapmış ve pek çok optik olguyu doğru bir biçimde kavrayıp, geliştirebilmiştir.

Ne yazık ki Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin getirdiği yeni bilgiler 12. yüzyıl Rönesans hareketinin dışında kalmış olması dolayısıyla batıya aktarılamamıştır. Bundan dolayı İbn el-Heysem sonrası İslâm optiği batıda çok iyi bilinen bir konu olmaktan çıkmıştır.

Ancak doğuda ise tersi bir durum dikkati çekmektedir. Öyle ki burada İbn el-Heysem'in *Kitâb el-Menâzır* adlı yapıtının yanında, Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin *Tenkih el-Menâzır* adlı kitabı da yaygınlık

kazanmıştır. Hatta İslâm dünyası'nda şerhlerin daha sıklıkla okunması alışkanlığının egemen olduğu göz önüne alındığında, *Tenkih el-Menâzır*'ın daha yaygın hale geldiğini ve İbn el-Heysem'in düşüncelerinin de bu yapıyla tanındığını savunmak yanlış olmaz. Çünkü Takîyüddîn'in bu yapıtında İbn el-Heysem'in yanında Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin *Tenkih el-Menâzır*'da oluşturduğu ek düşüncelerin de yer aldığını görmekteyiz. *Tenkih el-Menâzır*'ın kendisinin de bir şerh olduğunu göz önüne alındığında bu durum daha da anlamlı hale gelmekte ve görüşümüzü desteklemektedir.

Örneğin, görmede bir nesnenin bedensel büyüklüğü temel bir etken olmakla birlikte, göz ve nesnenin aralarında bulunan uzaklığın da önemli belirleyiciliği vardır. Bu uzaklığın tam bir görmeyi sağlaması durumuna ortalama uzaklık, bud el-mutedil, tersi duruma ise aşırı uzaklık, bud el-müsrif adı verilmektedir. Bu kavramlar İbn el-Heysem'e aittir. Ancak Kemâlüddîn el-Fârîsî bunlara kendilerini de içerecek şekilde bir üçüncü kavram daha eklemiştir. O da değişken uzaklık, yani bud el-mütefavî'tir. Burada değişken uzaklık kavramı çok daha doğru ve anlamlı görünmektedir. Çünkü her nesnenin görünebilirliğinin alt ve üst sınırları vardır. Bu sınırları belirleyen de nesnenin bedensel büyüklüğüdür. Dolayısıyla de her büyüklük için bir görünebilirlik değişken uzaklığı sözkonusu olmaktadır. İşte Takîyüddîn de bu gerçeği kavramış ve açıklamasını bu temel üzerinde oluşturmuştur. Zaten kitabının girişinde de en büyük rakibinin Kemâlüddîn el-Fârîsî olduğunu belirtmektedir. Çünkü İbn el-Heysem'in düşünceleri ve temel savları

Kemâlüddîn el-Fârîsî'yle çok daha sağlamlaştırılmıştır. Ancak bu atılımı sağlayan düşünsel değişimin mimarı kuşkusuz ki İbn el-Heysem'dir.

Aynı şekilde, Taqîyüddîn yine kitabının giriş kısmında bu kitabı İbn el-Heysem'in ileri sürmüş olduğu ve Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin çok daha ileri düzeye taşıdığı fikirleri daha anlaşılır kılmak, gereksiz ayrıntılardan arındırmak ve geliştirmek amacıyla kaleme aldığını çok açık ve net bir söylemle dile getirmektedir. Böylece Taqîyüddîn'in *Kitabu Nûr.Ḥadaqat' el-Ebşâr ve Nûr.Ḥadikat'el-Enzâr* adlı bu çalışmasının *Kitab el-Menâzır* ve *Tenkih el-Menâzır*'ı bir arada kucaklamak ve şerh etmek amacı ve iddiası taşıdığını söyleyebiliriz.

Zaten *Kitabu Nûr*'da düzenleniş itibariyle bu iki yapıtın sınırladığı biçimsel yapıyla sıkı sıkıya bağlı kalınarak hazırlanmıştır. *Kitab el-Menâzır* ilk üç kitabı doğrudan görmeye, ikinci üç kitabı yansımaya ve son kitabı da kırılmaya ait olmak üzere yedi kitaptan oluşmaktadır. *Tenkih el-Menâzır*'da benzer bir mantıkla yedi makale olarak düzenlenmiştir. *Kitabu Nûr* ise üç kitap halinde düzenlenmiş olup, bunlardan birincisi doğrudan görmeye ikincisi yansımaya, ve üçüncüsü de kırılmaya ayrılmıştır.

Kitabın içeriğine gelince, Taqîyüddîn'in temel hedefine yani konuyu anlaşılır kılma amacına tam anlamıyla ulaştığını tereddütsüz söylemek olanaklıdır. Çünkü ister doğrudan görmede, isterse yansımada ya da kırılmada olsun, ele alınan her problem yalın hale getirilebilmiştir. Örneğin ışığın gözden değil nesneden geldiğini kanıtlamak için İbn el-

Heysem ve Kemâlüddîn el-Fârisî sayfalarca birbirini izleyen ve insanı bunaltacak ölçüde sayısız örnek sıralarken, Takîyüddîn astronomide almış olduğu tek bir örnekle aynı sonuca daha kalıcı bir şekilde ulaşabilmiştir. Ona göre, eğer ışın gözden çıkıyor olsaydı, en dış küredeki bir yıldızı görmemiz için epeyce bir zamanın geçmesi gerekirdi. Çünkü yıldızla gözlemci arasında milyonlarca kilometrelik mesafe vardır. Işığın hızı da sonlu olduğuna göre, ışığın bu mesafeyi katetmesi için ciddi ölçüde bir zamanın geçmesi gerekir. Böyle olmadığına, yani gözümüzü her açtığımızda yıldızı anında görebildiğimize göre, ışık gözden değil nereden geliyor demektir.

Kitabın içerdiği temel savlara gelince,

A. Birinci Kitap:

1. Işığın kaynağı nesne, hedefi ise gözdür.
2. Işıkla birlikte göze gelen suretler, aynı zamanda o nesnenin rengini de taşırlar.
3. Göz yalnızca ışıklı ya da ışıklandırılmış nesnelere algılar.
4. Görme geometrik bir olgudur. Çünkü yayılan ışık tepesi kaynaktan ve tabanı da gözde bulunan bir koni oluşturmaktadır.
5. Işık maddesel bir şeydir. Ancak optik incelemede geometrik bir nesne olarak kabul edilebilir.
6. Işık ışınları küresel olarak yayılırlar ve bu yayılım da doğrusal çizgiler boyunca olur.

7. Renk ışığa bağlıdır ve ışığın kırılması ve yansımaları sonucu oluşurlar.

Birinci Kitapta sunulan bu savların tamamının ilk kez Takîyüddîn tarafından ileri sürülmediği, daha önce yapmış olduğumuz değerlendirmelerden, çok açık olarak ortaya çıkmaktadır. Ancak özellikle ayrıntı gerektiren ışığın yayılımı ve renk oluşumu konusundaki savlar hakkında ise bu yargıyı bu denli kesin olarak ileri sürmek olanaklı değildir. Çünkü ışığın yayılımı konusundaki anafikir İbn el Heysem'e ait olsa bile, konunun işlenerek ayrıntılandırılması ve bir sav olmaktan öte kanıtlanmış bir bilgi haline dönüştürülmesi Takîyüddîn ile olmuştur. Çünkü İbn el-Heysem'in temel yaklaşımı ışığın kaynağından karşıdaki bütün yönlere, doğru çizgiler boyunca yayılması üzerinedir. Gerçekte bu tür bir ışık yayılımı tasarımı da ışığın küresel yayıldığı anlamına gelmektedir. Ancak yukarıda da belirttiğimiz üzere bu konuyu her tür ışık için, yani doğrudan yayılan, yansıtılarak ve kırılarak yayılan ışıklar ile aydınlatılmış nesnelere yaydığı ilineksel ışıklar için, sözkonusu ederek ayrıntılandıran Takîyüddîn olmuştur.

Buna karşılık renk konusu ise gerçek değerlendirilmesine İslâm dünyasında ilk kez Takîyüddîn ile kavuşmuştur. Çok açık olarak Takîyüddîn rengin oluşumunun ışığa bağlı olduğunu, daha doğru bir deyişle temel olanın ışık olduğunu, rengin ise ışığın kırılması ve yansımaları sonucu açığa çıktığını belirleyebilmiştir. Yukarıda renk konusunun batıda 18. yüzyılda doğru bir değerlendirilmeye Newton ile ulaştığı belirtilmişti. Böyle olunca Takîyüddîn'in oldukça erken bir

dönemde rengin gerçek mahiyetini doğru olarak belirleyebildiği açığa çıkmaktadır ki, bu tarihsel bakımdan çok önemlidir.

B. İkinci Kitap:

1. Yansıyan ışıklar da tepesi parlak nesne ve tabanı da düştüğü yerde olan bir koni oluştururlar.

2. Yansıyan ışık da yansıtıcı nensnenin rengini taşır.

3. Işığın yansıması sorunu da geometrik bir konudur.

4. Yansıyan ışık ışınları da küresel olarak yayılırlar.

5. Gelen ışık, yansıyan ışık ve Normal aynı düzlemde bulunurlar.

6. Gelen ışığın Normal ile yaptığı açı, yansıyan ışığın Normal ile yaptığı açıya eşittir.

Yansıma daha önceden de belirttiğimiz üzere çok erken gelişen bir optik dalıdır. Bundan dolayı temel yapısı ve kuralları da erken bir dönemde çözüme ulaştırılmıştır. Nitekim yukarıdaki savlar dikkate alındığında, tümünün Antikçağ'dan bu yana bilinmekte olduğu kolayca görülecek ve konunun görmeye ilintili olarak ele alınması dolayısıyla bu savların tümünün doğrudan görmeye koştur olarak dile getirildiği de kolayca anlaşılacaktır. Bu temel özellik optiğin hem doğudaki hem de batıdaki gelişimi bakımından değişmez bir gerçektir.

Bu bakımdan Takîyüddîn'i dönemi açısından ileri ya da geri olarak değerlendirmek olanaksızdır. Çünkü Takîyüddîn konunun kendisinden önce ulaşmış olduğu düzeyi tam anlamıyla kavramış ve ışığın değişik

ayna türlerinde uğramış olduğu değişimleri geometrik olarak gösterebilmiştir. Burada doğrudan görmeden farklı olan tek şey, bir ışık kaynağından gelen ışık değil, yansıtıcı yüzeyden kaynaklanan ışığın sözkonusu edilmesidir.

C. Üçüncü Kitap:

1. Küresel yayılım kırılan ışıklar için de geçerlidir.
2. Kırılan ışıklar da nüfuz ettikleri ortamların renklerini taşırlar.
3. Işığın girdiği ortam geliş ortamına oranla daha çok yoğun ise, kırılma Normale doğru, tersi durumda ise Normalden öteye doğru olur.
4. Kırılma açıları gelen ışığın yaptığı açılardan daha küçüktür.
5. Gelen ışın, Normal ve kırılan ışın tek bir düzlemde bulunurlar.
6. Dik ışın kırılmaz.
7. Daha büyük geliş açısının oluşturduğu kırılma açısının, daha küçük geliş açısının oluşturduğu kırılma açısından farkı, bu iki geliş açısının farklarından daha küçüktür.
8. Daha büyük geliş açısının oluşturduğu kırılma açısının geliş açısına oranı, daha küçük geliş açısının oluşturduğu kırılma açısının geliş açısına oranından daha büyüktür.

Sıralanan bu ilkelerin pek çoğunun kırılma optiği incelemelerinde bugün için de geçerli olan temel ilkeler niteliğini taşıdığı açıkça görülmektedir. Burada söylenecek en temel söz, bu ilkelerin de ilk kez Takîyüddîn tarafından formüle edilmediğidir. Çünkü yedinci ve

sekizinci maddelerde belirtilen ilkeler hariç, diğerleri daha önce geliştirilmiş ilkelerdir. Son ikisi ise fikir itibariyle Takîyüddîn'den önce ileri sürülmüş ancak Takîyüddîn tarafından formüle edilmiştir. Bu iki ilke bugün Snell kanunu olarak tanımladığımız bağıntı yerine geçecek birer anlatımlardır. Ancak burada temele alınmış olan orantı değil, bir eşitsizliktir. Daha açık bir söylemle Takîyüddîn sinüs kanununu bulamamıştır. Gerçekte böyle bir kaygısı da yoktur. Çünkü o kırılan ışığı ortamın bir ifadesi olarak tasarlamakta ve açıklamalarını da bu tasarım üzerine kurmaktadır. Yani ona göre ışığın kırılması girdiği ortamın yoğunluğuna bağlıdır; ve eğer bu yoğunluk fazlaysa kırılma da o denli büyük olacaktır. Aynı şekilde daima her geliş derecesinin oluşturduğu kırılma açısının, geliş açısına oranıyla, bir önceki geliş açısının

oluşturduğu kırılma açısının geliş açısına olan oranı temel alınmıştır; ve bu oran hep bir önceki orandan daha büyüktür. Gerçekte bu da bir kanundur.

Ayrıca Takîyüddîn'in Snell kanununu bulamamış olması da hiçbir şekilde göz ardı edilemeyecek bir eksiklik de değildir. Çünkü kırılma kanunu çok geç bulunabilmiştir. Aslında kırılma optiği ya da dioptrik de yapı itibariyle yansıma ve doğrudan görme konularından daha karmaşık bir yapıdadır ve bu nedenle gelişimini de geç tamamlayabilmiştir. Zaten Takîyüddîn öncesi dönemde hem İslâm dünyası'nda hem de batıda bu konuda da temel oluşturmasına rağmen, İbn el-Heysem'in de konuyu çok iyi kavramış olduğunu söylemek oldukça güçtür.

Bu açıklamalar ışığında Takîyüddîn'in bu kitabını, bir bütün olarak ele aldığımızda, konuların ele alınış biçimi, problemlerin analizi ve birer geometrik problem biçiminde tasarlanıp, çözümlenmesi bakımından 16. yüzyılın gerektirdiği bilgi düzeyini tamamıyla kavrayabilmiş bir bilim adamı tarafından kaleme alınmış bir optik yapıt niteliğini taşıdığını söyleyebiliriz. Ayrıca Osmanlı Bilim Tarihi konusunda gerçek değere sahip yargılarda bulunmak zorunluluğu doğduğunda da başvurulması gereken temel bir yapıt niteliği taşıdığı da açıktır.





**İKİNCİ KISIM
ÇEVİRİ**

Esirgeyen ve Bağıslayan Allahın Adıyla,

* Allah Yerin ve Göklerin Işığdır. *O varlığının ışıklarını enine ve boyuna yayarak Alemin [her tür yaratılanın] ufkunu aydınlatandır. * O gücünün birer belirtisi olarak yıldızları ve gezegenleri yarattı. * Döner felek kubbelerinin yüceliklerini kendi sanatının birer nişanı olarak gerdanlık gibi süsledi. *Uçsuz bucaksız olan ve herkesin fayadalanması için mubah kıldığı burçlarını, Bahar çiçeğinin bütün çeşitlerini kiskandıracak kadar güzel olan kendi şafağının ışığıyla aydınlattı. *O burçlar ki gündüzün en parlak anının ışığı gibi, saf altın rengi parlaklığıyla taçlanmıştır. *Ve çok güzel ve süslü bir giysi şeklinde şefkat elbisesiyle örtülmüştür. *Sıkı dokunmuş, kenarları renga renk süslü, saçaklı, kelimenin tam anlamıyla mükemmel olan bir dokumanın lehması gibi, bu kandillerin [yıldızlar] ışıkları da kırıldıktan sonra, Alemin en uç noktalarına kadar en parlak [göz alıcı] renkleriyle yansır. *Dev ağaçlarının dallarındaki bülbüller makamlarında, bir buğday tanesini bekleyen kuşlar gibi, Onun Uluhiyetinin uçsuz bucaksız alanlarında Birliğini terennüm ederler. *Bizi karanlıklardan aydınlığa çıkaran velayeti, *Ve kendisiyle kötü işlerden, ve nefsin kötülük uçurumlarından kurtulduğumuz hidayeti için Ona hamd ederiz. *Onun kullarının ve peygamberlerinin en şereflişine, kulları arasında müminlere en fazla merhamet gösteren peygamberine, sözlerinin ve açıklamalarının

delillerinin [ışık gibi] parıldadığı, dinin güneşinin aydınlattığı, tevatür yoluyla [ağızdan ağıza] gelene [Kur'an], düşmanlarının dalga dalga akınlarına karşı etkili silah olan Sahabelere, ve şeriatı dünyaya gelip giden herkese açıkça görünen Muhammed [s. a. v]'e şalat ve selam ederiz. *Aczini ve noksanlığını ifade eden bu hakir kul, *Taḳiyüddîn ibn Ma'rif, *Allah onu ve babasını sınırsız lütfuyla karşılasın, *Çünkü o ömrünün büyük bir bölümünü matematik ve Tabi'î Bilimleri öğrenmekle geçirdi. *Gençliğinin ve yetişkinliğinin en değerli çağını bu bilimleri öğrenmek uğruna para gibi harcadı; ta ki zihninde karanlık bir nokta kalmayınca kadar. *Bunun [bu kitabın] incilerinin [getirdiği fikirlerin] anlaşılabilmesi, *Euclid'in ve diğer bilginlerin [alim] optik kitaplarının, optik aletlerin ve merceklerin bilinip tanınmasıyla olanaklıdır. *Bunlar çok önemli ve çok ayrıntı gerektiren problemlerdir. *[Optik] görmenin oluşumu, Muḳî ve Munîr'in³¹⁶ ışınlarının yayılımını inceler. *Bu zor problemlerle mücadele ederken, insanı yaşlandıracak kadar çok sıkıntı çektim. *Bu güçlüklerin aşılmasında akıl ve deneyi esas aldım. *Bir noktaya varmak, bir başarı elde etmek istiyordum. *[Ancak] dev bir orduyla karşılaştım. *[Öyle ki] Fârîsî'nin argümanlarıyla güçlendirilmiş bu dev ordunun hücumlarıyla da savaşmak zorunda kaldım. *Daha önce büyük bir kitap yazıldı. *Çok ayrıntılarla süslenmiş olan bu eser **Tenḳih el-Menâzir*'dir.³¹⁷ *Bu bilim iki büyük emir tarafından

³¹⁶ Muḳî kendisi ışık kaynağı olan nesnelere. Bunların yaydığı ışığa Dav adı verilir. Munîr ise Muḳî'nin yaydığı ışıkla aydınlanan ve kendisi ışık kaynağı olmayan nesnelere yaydığı ışıktır. Bu ışığa ise Nur adı verilir. Bu anlamda Muḳî'nin örneği Güneş, Munîr'in örneği ise Ay'dır.

³¹⁷ Bu esrin tam adı *Tenḳih el-Menâzir li Zuyf el-Ebşar ve el-Başair*'dir. [Göz ve Görmeyi İnceleyen Optik'in Düzeltilmesi]

yönetilmekte, *ve iki büyük Melik tarafından desteklenmekteydi. * [Bunlar] Ebû Âli el-Hasan ibn el-Hasan el-Heysem el-Basrî ve Hasan ibn Âli ibn el-Hasan el-Fârîsî'dir. *(Allah onların ruhlarını kutsasın). *Bunlar mükemmel eserlerdir. *Bu ikisinin yardımıyla zafere ulaştım. *Onların seçkin fikirleriyle kesin bir başarı elde ettim. *Allahın yardımı ve bunların desteğiyle kalpleri tatmin eden * ve yüreklere su serpen sonuca ulaştım. *Ancak ben bu kitabı fahrî [şanı] yüksek ve fecri aydınlık olmasına karşın içeriğini çok uzun buldum. *Bundan dolayı gereksiz ayrıntıları kısalttım ve kelime oyunlarını azalttım. *Asıl amaca zarar vermeyecek bir olgunluk seviyesine ulaştırdım. *Kitabı incelemeyi arzu edenler, kendisini buna adayanlar, oradaki problemlerin çözümünü bu kitapta edinebilirler. *Bütün bunlara rağmen önemli bazı hedeflerin belirlenmesi, düzensizlik ve belirsizlikleri belirginleştirerek toplamak olanaklı olmadı. *Ancak yine de problemi kısa bir şekilde özetlemeye çalıştım. Bazı açık ipuçları var ancak bu ipuçları amaçlarıma ulaşmamı sağlayacak önemli bir teorem [kaziye] kurmamı sağlayamadılar. *Bu nedenle bunlara sadece değinmekle yetindim. *Düzeltilmesi gereken konuları, ister büyük ister küçük olsun, özlü bir duruma getirdim. *Onu ayıklarken, süslerken, düzeltirken ve güzelleştirirken yüceliğinin ufuklarında bütün kemaliyle ay, ve bütün güzelliğiyle güneş doğdu. *Ve ona *Nûrî Hadaqati el-Ebşar ve Nûrî Hadiqati el-Enzar* adını verdim. *Bu eseri bir tarihi hicrete ya da Arapça sayfaları Mısır'a armağan eden bir kimse gibi³¹⁸ *yüksek saltanat kapısına, *Yüce Hakanlık tahtına,

³¹⁸ Bu cümleden itibaren Giriş bölümüne kadar olan kısım Süleymaniye nüshasında değiştirilmiştir. Burada sunulan metnin çevirisi şöyledir: Hakikatler topluluğunu gizleyen

*En büyük padişah hazretlerine, (insanlar içerisinde Allah onu onurlandırsın) *Kur'an'ın talihli kıldığı en büyük mutluluk sahibi *Alemleri oluşturan felekler kubbesinin zirvesine *Övünç duyulan yüceliğini örten, *Rabbani inayetin kendisini gözettiği *ilahi tecellileri yöneten gizemlerin toplandığı yer olan, *Adil Melik, *Yiğit insan, *İnsani Kamil, *Büyük derya, iki kara ve iki denizin Sultanı *Arap yarımadası, Rum [Anadolu] ve İrakeyn'in hakanı, *Yüce ve kutsal harameyn'in hizmetkârı *Yedi iklimin sahibi *Sünnet ve Şeriatla memleketi yöneten *her iki alemde Allahın gölgesi olan *Kafirlerle imansızlara musallat olan kılıç *Meliklerin ve Sultanların korkusu *her iki alemin sahibi olan Allah'ın elçilerinin halifesi *Osman'ın oğlu☉ Sultan Süleyman Han'ın oğlu *Sultan Selim Han oğlu *Sultan oğlu, sultan oğlu, Sultan Murad Han'a (Allah onun sancağını iki doğu ve iki batıda ve bunların arasında hakim kılsın; ömrünü uzun etsin ve kolaylaştırsın. *Amin.) *sundum.

Bu kitabı bir melikin yardımıyla, bir giriş ve üç anabölüm (kitap) olarak hazırladım. Birinci Kitap doğrudan görme, İkincisi yansıma

Alemlerin alimlerinin Meliki, gece ve gündüzlerin başlangıçlarının sahibi, İslâm milletinin Yüce devletinin dayanağı, hilm / ve vakarın Hûd'u, ilmin, yüceliğin ve övgünün Tur'u, hayır sahiplerinin en büyüğü, milletin kutbu ve temeli, devlet göğünün güneşi ve ayı, evail ve evahir ilimlerinin en iyi bileni, bilginlerin bilgini, sonu olmayan deniz (her denizin bir sahili vardır.), yüce sözler söyleyen, yüce felekler kubbelerinin zirvesine övünülen yüksekliğini örten ve yüce deryalara yayan, ahlakının güzelliği görünen yıldızlara kadar uzanan, nurların doğduğu mutluluk ufuklarından yükselen, efendiler efendisi, hayırlar kaynağı, güzellik ve ikbal cennetlerinin sahibi, iyiliklerin kaynağı Kerim oğlu Kerim oğlu Kerim veli-i nimetim, üstadım, Molla Çelebi Efendi Abdülkerim, Kadılar kadısı, Suriye'deki Şam'dan sonra Mısır'da şeyhler şeyhine (Yüce Allah Osmanlı devletinin divanunun eyvanının nizamını onun sağ duyusuyla süslesin. Ümmet-i Muhammed onun değerli ünvanıyla güzelleşsin ve ikbali en yüksek noktalara ulaşsın. Devran durdukça baki kalsın) hediye ettim.

aracılığıyla, Üçüncüsü de kırılma aracılığıyla oluşan görme konusundadır.



GİRİŞ

Doğru düşünce, isabetli bakış ve apaçık kıyaslamaların sahipleri, bakan kişinin baktığı nesneyi, göz ve nesne arasında oluşan bir ışın konisi aracılığıyla algıladığı konusunda, uzlaşmışlardır. Koninin kaynağı ve hedefi gibi iki konuda ise anlaşmazlığa düşmüşlerdir.

Aristoteles ve Tabiatçıların tümü görmenin, bakılan nesneden bakan kişiye doğru uzayan ışın doğruları aracılığıyla oluştuğunu ileri sürmüşlerdir. Düşüncelerini bu konuda yoğunlaştırmış, bu temelde uzlaşmışlar ve çalışmalarını bu konuda sürdürmüşlerdir. Eflatun ve Ta'limcilerin tümü ise görmenin gözden çıkan ve düz çizgiler halinde uzayarak bakılan nesneye ulaşan ışınların oluşturduğu, kenarları gözde birleşen ve tabanı da bakılan nesnede bulunan, bir koni aracılığıyla oluştuğunu ve nesnenin de bu birleşmeyle algılandığını savladılar. Ancak, koni hakkında anlaşmazlığa düştüler. Onların bazıları bu koninin çok ince zerreciklerin meydana getirdiği düz doğrulardan oluşan ve kenarları göz merkezinde birleşen bir koni olduğunu ve bu doğruların nesnenin yüzeyinde kesiştiğinde o nesnenin net algılandığını, bunların arasına bir nesne girdiğinde ise kusurlu veya karışık algılandığını belirttiler.

Diğer bir grup ise, koninin zerreciklerin oluşturduğu katı bir nesne olduğunu savundu. Ancak bunlar da koninin tasvir edilmesi konusunda anlayamadılar.

Diğer bir grup da koninin gözden maddesel tek bir doğru şeklinde çıkıp, bakılan nesneye ulaştığını, hissedilemeyecek bir hızla o nesnenin yüzeyinde enine ve boyuna hareket ettiğini varsaydılar. Öyle ki, bakan kişi ve baktığı nesne arasındaki alan maddesel bir ışın konisiyle dolmakta ve algı da bununla oluşmaktadır.

Başka bir grup da bakan kişinin göz kapaklarını her açtığında bir koni oluşturduğunu savundu. Diğer bir grup ise bunun gözbebeğinden çıkan bir ışık kuvveti olduğunu ve duyumun da bununla oluştuğunu belirtti. Bir grup da göz ve nesne arasındaki ortamın havasının ansal olarak bir koni oluşturduğunu ve algının da bununla gerçekleştiğini sandı.

Büyük bilgin Ebû Naşr el-Fârâbî ise, Aristo ve Eflatun'un görüşlerini uzlaştırdığı makalesinde, [Kitab fi Cem'i Beyne Re'yey el-Ĥakimeyn] bunların amacının algının bu şekilde oluşması ve elde edilmesi konusunda bir uyarıda bulunmak olduğunu söyledi ve çarpıcı bir örnek vererek, gerçekte ışığın çıkmadığını ve izlenim bırakmadığını, ancak onların terim sıkıntısından dolayı böyle söylemek zorunda olduklarını belirtti.

Nur Heykelleri yazarı Şeyh Şehabeddîn Suhreverdî ise, görmenin nefis ve nesnenin karşı karşıya olmaları ve aralarında bir engelin

bulunmaması koşuluyla, bu ikisi arasındaki bir İshrâk'e bağlı olduğunu savladı. Bu iki okul, her ne kadar birbirlerinden farklıysalar da, gerçekte bu ikisi tamamen uzlaşmaz da değildir; ve aralarındaki belirgin ayrılık sözel ya da görelidir. Çünkü onlardan birisi ya da her ikisi anlatımın içerdiği bir eksiklikten dolayı böyle söylüyor olabilirler ya da doğru söylemiyorlardır. Gerçek o ikisinin dedikinin tersi olabilir ya da onlardan yalnızca birisi doğrudur.

Doğa felsefesi Ta'limci felsefeye karşıttır; ancak çelişik değildir. Bunu inceleyecek ve üstesinden gelecek kişide görüş yeteneği ve düşünce inancı olması ve bu isteğin incelenmesinde konuya sağduyulu yaklaşması gerekir. Bu problemin aşılmasında ise azmin yardımı çok büyüktür. Çünkü şüpheler ard arda gelebilir ve hedefler de ulaşılmaz yerlerde görülebilirler; gerçekler amaçların kendisinde ya da zihnin derinliklerinde gizlenmiş olabilirler. Ancak insanın yetileri doğanın uzanabildiği en uç noktalara kadar girebileceği gibi, hatalar örgüsünün karanlığın da bile birer usta casus gibi çalışabilirler. Özür güçsüzlükten doğar. Oysaki gerçeklere ulaşmanın ve bilgi edinmenin yolu herkese açıktır. Ancak açıklığın olmadığı konuya bakışın yöneltmesiyle düşünce biçimi ikiye ayrılmıştır. Bu ikiye ayrılma yani düşüncenin Doğa bilimleri ve Matematiksel bilimler diye ikiye ayrılması ise bir güçlüğe yol açmaktadır. Eğer insan güçlü bir zekaya sahip değilse bu ikisini bir araya getirmesi kolay olmaz. Böyle bir bilgiye ulaşmanın yolu ise ancak kurallara ve ilkelere yönelik kusursuz bir çalışma yapmak, hataları düzelterek eksiklikleri tamamlamak, amaçlar ve ilkeler konusuna yeni

bir yaklaşımda bulunmak, konuya apaçıklık getirmek, eleştiri ve ayıklamada sabır gösterip, ciddiyet ve özen ile bilinçli veya bilinçsiz yanlışlıklara karşı önlem almak, bu değerli bilgi kaynağının yolunda yürümek, bu açıklamalar ve delillerin ışığında üstün eleştiri yeteneği olan hakim ve doğru uslamlama yeteneği olan düşünürün huzurunda düzgün, hiçbir eğriliği olmayan bir seviyeye sahip olmak, ve sonra da bu kanıtları sağlam algı yollarıyla dengelemek, kuruntunun yol açtığı aldatmacaları doğal karşılamak ve bu kandilin ışığında gelen şeyi incelemek gerekir. Ancak böylece istediğimize ve arzuladığımıza ulaşabiliriz; ve onun dayanağını sağlıklı bir şeye dayandırabiliriz. Başarı ve inayetimizin koruyucusu olan ve doğru yola ulaşmak için kendisinden destek alacağımız kişi kimdir?

BİRİNCİ KİTAP

Birinci Kitap, doğrusal bir düzlemde, gözün tam karşısında bulunan bir nesnenin görüntüsünün incelenmesiyle ilgilidir. Buna **Doğrudan Görme** adı verilir. Altı bölümden oluşmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

Birinci bölüm, **doğrudan görmenin özellikleri** hakkındadır. On üç özelliğten oluşmuştur.

1) Bakan kişi baktığı nesneyi en ince nitelikleriyle birlikte algılar. Buna bu bilimin uzmanları mana adını vermişlerdir. Görmeyi olanaklı kılan ise nesnenin kısımlarıdır. Eğer bakan kişi ve baktığı nesne arasında, örneğin bir karış kadar bir uzaklık var ise, bu uzaklığı nesnenin algısının tam olarak ortaya çıkacağı kadar artırmak gerekir. Buna ortalama uzaklığa (**bu'd el-Mutedil**) yakınlaşma adı verilir.

Eğer bakan ve bakılan arasındaki uzaklık bundan daha az ise bu mana bütünüyle seçilemez. Aynı şekilde, eğer bu ikisi arasındaki uzaklık ortalama uzaklıktan daha fazla ise seçilmesi zorlaşır. Bu iki uzaklıktan her birine **bu'd el-Müşeref** adı verilir. Aynı zamanda **bu'd el-Mütefavıt** da denir.

2) Eğer bu ikisi karşı karşıya ve doğrusal bir düzlemde bulunuyorlarsa, algı, algılanan ile gözün duyarlılığına ilişkindir. Bunu şu deneyle gösterebiliriz:

Boyu bir **arşın**³¹⁹dan daha kısa ve çapı da göz çukurunun büyüklüğünden daha fazla olmayan, silindir şeklinde bir boru alalım.

³¹⁹ Yaklaşık 68 cm'lik bir uzunluk.

Bununla deney yaparken, karşımızda bulunan duvarın yüzeyine eşmerkezli daireler çizelim. Bunların en küçüğünün çapı silindirin taban çapı kadar olsun. Sonra, duvardan dairelerin algılarının benzer olmayacağı bir mesafeye kadar uzaklaşalım ve silindirin bir ucunu göz çukuruna oturtalım, daha sonrada silindirin diğer ucunu da tam bir daire göreceğimiz şekilde dairelerden birisiyle çakıştıralım.

Silindirin ağzına tam örtülecek şekilde ince bir levha yerleştirecek olursak, bu durumda o levhayı da silindirin ağzına eşit miktarda bir daire olarak görürüz. Silindirin duvar yönündeki ağzına, merkezde birbirlerini dik olarak kesecek iki çap şeklinde iki ince şerit gerelim. Duvarın üzerine de tıpkı, silindirin ağzındaki iki şeritin konumuna benzer konumlu iki çapı bulunan bir daire çizelim. Ele aldığımız bu bakış tarzına göre, silindiri, ucundaki şeritler duvardaki dairenin çaplarıyla örtülecek duruma gelinceye kadar, hareket ettirelim. Bu durumda, şeritler ile dairenin çaplarının, silindirin çevresiyle dairenin çevresinin ve silindirin kesitiyle dairenin kesitinin bütünüyle örtüştüğünü görürüz. Eğer bu konumlardan birisi bozulursa, diğerinin konumu da aynı oranda bozular. Böyle olur ise, bu durumda, silindir boşluğunda, görünen daireden dışarı çıkan herhangi bir şeyi göremeyiz. Bu da, ancak eğer, göz düz bir doğrultuda bulunuyor ise böyle olur. Silindirin ağzının miktarıyla daha büyük bir dairenin miktar bakımından örtüleceği açıktır. Bu durumda koni şeklinde göze ulaşan ışınların doğrultusunda bir değişme olmaz.

3) Kendinden ışıklı nesnelere yeryüzüne ışık saçarlar. Bu nesnelere ışığı zayıf olsa bile, yine de göz bunları algılar; salt karanlığı ise algılayamaz.

4) Miktarı olan her şey gözle algılanır. Bu şey gerçekten çok küçük, hatta bir sivrisineğin gözü kadar olsa bile, yine de varlığı sağlam delillerle bilinebilir.

Uyarı:

Uygun bir uzaklıkta bulunan küçük bir nesnenin algısı, farklı gözler için, bakan kişinin gözünün kuvvetinin farklı olması nedeniyle, farklı olur.

5) Saydam olmayan opak nesnelere görünürler; ancak hava gibi tamamen saydam olanlar ise görünmezler. Saydam olanlardan göze ulaşanların da tümü görünmez, tıpkı suya batırıldığında gözün suyu göremediği gibi.

Kural:

Opak her nesne için renk vardır.

6) Eğer gözle görülebilecek uzaklıkta hacimli düz iki nesne var ise, bunlardan biri görünür diğeri görünmez. Bunlardan birisinin görünmesinin nedeni ise o nesnenin diğere göre daha parlak renkli ve

ışığının da daha kuvvetli olmasıdır. Aksi durumda böyle olmaz.

7) Eğer iki renkli nesne, aynı renkte, aynı ışıpta ve aynı uzaklıkta bulunuyorlarsa ve onlardan birisi diğerinden daha büyük ise, bu uzaklıkta doğal olarak, daha büyük olanı görecek ve daha küçük olanı ise görünmeyecektir.

8) Göz yönündeki yüzeyinde nakışlar, resimler, noktalar ve çizgiler bulunan, göze ortalama uzaklıktaki bir nesne, eğer azar azar uzaklaştırılırsa, üzerindeki görüntüler de incelmeye, küçülmeye ve gittikçe bulanıklaşmaya ve buna bağlı olarak da algısı değişmeye başlar. Sonra kütlesi daha net biçimde ortaya çıkar ve rengi de daha parlak hale gelir. Gözle algılanamayacak kadar küçüldüğünde ise artık seçilemez. Rengi, parlaklığı ve görünüşü karışık hale gelir. Böyle böyle sonunda tamamen ortadan kalkar.

9) Ortalama uzaklıkta bulunan bir nesnenin kısımları ve manası gittikçe göze yaklaşacak şekilde hareket ettirilirse, bu yakınlaşmaya uygun olarak, o nesnenin mana ve kısımlarının gözdeki algısı da büyür ve algı bulanıklaşır. Eğer bu yakınlaşma gözle birleşinceye kadar sürerse, o zaman da nesnenin algısı ortadan kalkar.

10) Gözünde hastalık bulunmayan bir kimse, gözü hastalıklı olan bir kimsenin algılayamadığı nesnelere de algılar. Hastalıklara bağlı olarak algının nitelikleri de değişir. Bunun ayrıntısı göz [görme] kusurları kısmında gelecektir.

11) Eğer bir nesne gözün algılayabileceği bir hızla hareket ediyorsa ve gözde bu nesnenin tam karşındaysa göz o nesneyi algılar. Eğer nesnenin hızında gözün algılayamayacağı kadar bir artış olursa göz o nesneyi algılayamaz. Ancak mermi gibi bir nesnenin varlığı da kesin delillerle bilinebilir; ve ister durağan ister hareketli olsun geçtiği mekanda görülebilir: ya geçiş sesinden, ya fırlatıcının incelenmesiyle ya da merminin yöneldiği düzlemlerle.

12) Gözün algıladığı nesnelere ve göz arasında bulunan alanda yayılan ışınlar koni oluştururlar. Bunu şu deneyle gösterebiliriz:

Bir duvarın yüzeyine eşmerkezli, gittikçe büyüyen daireler çizelim ve büyüklüğü bu dairelerden en küçüğü kadar olan yüzeyi düzgün bir levha alalım. Sonra da gözbebeklerinden birisini, merkezdeki dairelerin yüzeyine tam dik olacak bir konuma getirelim; ve bu levhayı gözle duvar arasına, çizilecek bir dikmenin hem levhanın merkezinde ve hem de dairelerin merkezinde geçecek bir doğruya dik olacak şekilde yerleştirelim. Bu levha göze doğru yaklaştırıldığında kendisinden daha büyük bir daireyi örtecektir. Göze daha da yaklaştırılırsa birincisinden daha büyük bir daireyi örter. Bu durumda örtülenin çapının örtenin çapına oranı, örtülenle göz merkezi arasındaki mesafenin örtenle göz merkezi arasındaki mesafeye oranına eşit olur. Eğer iki daire çevresini birleştiren düz çizgiler bir noktada yani göz merkezinde geçerlerse bu oran böyle olmaz. Bu konileşme özelliğidir. İsterse görünen nesne dairesel olmasın örten örtülene benzer olur. Yine aynı şekilde, eğer iki şekilden her ikisi ya da sadece birisi eğimli olursa, bu iki şekil benzer

olur ancak ikincisi farklı olur. Daha öncekilerle karşılaştırıldığında bu açıkça anlaşılır.

13) Beyni tahrip olan bir kimse nesnelere alışlagelen renklerinden farklı görür. İşin doğrusu budur. Sözü uzatmak işi karıştırmaktan başka birşeye yaramaz.



İKİNCİ BÖLÜM

İkinci bölüm, ışığın nitelikleri ve yayılımın özellikleri hakkındadır. Onyediyi özellikten oluşmuştur.

1) Işık, bir çizgi gibi eni olmayan bir uzunluk, bir yüzey gibi kalınlığı olmayan bir genişlik ve uzunluk değildir. Bunun gibi eni ve boyu olmayan bir nokta da değildir. Çünkü o herkesin üzerinde anlaşılmış bir töz (cevher) değildir. Aksine o bir ilinek [araz]'tir. Ancak yine de kendisini görünür kılan bir töz olmalıdır. Bu tözdeki yayılım maddedeki ruhun ve kızgın nesnedeki sıcaklığın yayılımıdır. Buna dayanarak biz eğer, kendinden ışıklı bir noktadan, iki görünür nesnenin ilineğinden ya da görünür bir nesnenin ışığından söz ediyorsak, bu durumda biz geometrik bir nokta olmayan küçük özel bir noktadan söz ediyoruz demektir. Yani ışıktan ve hissedilebilecek kadar küçük nesnelere oluşan fakat geometrik bir çizgi olmayan, ışın çizgilerinden söz etmekteyiz. Fakat optik kanıtlamada ise, geometrik bir çizgi ve noktayı kastetmekteyiz. Bu durum optik biliminde önemsenmeyecek bir şey değildir.

2) Kendinden ışıklı her nesnenin ışığı karşısındaki her opak nesneye doğru, bir anda yayılır. Gözlenen bu durumun böyle olmadığını akıl ve his söylememiştir.

3) Işıklar hava gibi ideal saydam ortamlarda, doğrusal olarak yayılırlar. Bunu şu deneyle gösterebiliriz: bir delikten karanlık bir odaya ışığın girdiğini düşünelim. Hava da toz zerrəcikleri ya da duman ile bulanıklaştırılmış olsun. Bu durumda, ışın çizgilerini açıkça görmek olanaklı olur. Bunların [itibari] doğrultularını, yayılım yönünde düzgün bir cetvel veya ip germek yoluyla belirlemek olanaklıdır. Yüzeydeki ışınların doğrultuları da bu şekilde belirlenebilir.

Eğer, hava saf ise, böyle bir durumda deliğe yakın bir yerde, gelen ışını, cetvelin bir ucu üzerine düşen ışın ve gölge arasında ortak bir kesit oluşturacak şekilde opak bir nesneyle keselim. Daha sonrada ışığın karşı duvar üzerine düştüğü yerin yakınında, bu ışını tekrar diğer bir opak nesneyle keselim. Bu konum üzere, orta kalınlıkta bir ip veya bir cetveli birinci opak nesnenin bir ucundan diğer opak nesnenin ucuna kadar ışıklara paralel olarak uzatalım. Bu durumda iki uç nokta arasında ışınların yayıldığını görürüz.

Uyarı:

Bu durum kesinlikle ancak, bütünüyle durağan bir ışıpta ya da kandil gibi çok ağır hareket eden bir kaynağın ışığında, böyle olur. Güneş gibi hareketli olan bir ışık kaynağında ise, ışığın düştüğü yerin yakınında bulunan opak nesnenin, bu düzlemde bulunan cetvelin, ışığın hareketine bağlı olarak hareket etmesi nedeniyle, bu hareketi

karşılıyacak şekilde hareket ettirilmesini gerektirir. Böylesi durumlarda itibar edilen [şey] şudur: ışığın, cetvelin üzerinde bulunan gölge ve ışıklı kısımların arasındaki ortak kesitin görünebilmesi için, birinci ve ikinci opak nesnelerin arasındaki alanda, bir opak nesneyle kesilmesidir. Bu durumda uzantıların [ışın doğrultularının] doğrusal olduğu açığa çıkar. Bir eğim veya kırılma olmadığı takdirde, havadaki her bir ışın çizgisinin doğrusal olduğu görülür. Bu durum ışıklı her nesnenin ışınları için geçerlidir.

4) Işık, kendinden ışıklı bir nesnenin her bir parçasından yayılır. Nesnenin bütünündeki yayılım parçasındaki yayılımdan daha fazladır. Büyük parçadaki yayılımın yarattığı aydınlık küçük parçadan çıkan yayılımın yarattığı aydınlıktan daha yeğin olur. Bu durum, Ayın hilal ve dolun durumlarına, Ay ve Güneş tutulması durumlarına ve böylesi durumlarda oluşan ışıklı bölgelere bakılarak denenebilir. Bu sav sağlıklı gözlemlerle kanıtlanmıştır.

5) Duvarlarından birinde bulunan yuvarlak bir delikten giren ve karşısındaki duvar üzerine düşen güneş ışığının aydınlattığı alan, güneşin yüzeyindeki her bir noktadan ışın çıkması dolayısıyla, deliğin çapından daha büyük olur. Güneş ve delik arasında bu noktada bir koni oluşur. Güneşin kütesinin çok büyük olması dolayısıyla, aynı şekilde, ışığın düştüğü yer ile delik arasında da bir koni oluşur. Işığın düştüğü yerler daha çok aydınlık olur, ve buradan uzaklaştıkça salt karanlık oluşuncaya kadar gittikçe zayıflar. Bunu şu deneyle gösterebiliriz:

Beyaz düz bir perde üzerine, en küçüğünün çapı deliğin çapı kadar olan eşmerkezli daireler çizelim. Güneşten çıkan ışıklar, deliğe yaklaştıkça birbirlerine yakınlaşacaktır. Delikten giren ışınları, delikle perde arasında bir kaç noktada keselim. Öyleki bu ışıklı daire ile perde üzerindeki dairelerden bir tanesi tam çakışmış olsun, ve ışın çizgisi de yüzeye dik olsun. Işık, eğer, yüzey deliğe yakınsa çapı deliğin çapından daha büyük olan daire üzerinde görünür. Eğer delikten uzaklaşırsa, bu kez ışık, aşama aşama, ilk daireden daha büyük bir daire üzerinde görünecektir. Dik ışın çapı deliğin çapına eşit olan daire üzerine düşen ışındır. Onun dışındakiler ise buna oranla daha zayıftırlar. Öyleki ışık sonunda tamamen karanlık oluşuncaya kadar gittikçe zayıflar. Eğer delik kısmen kapatılacak olursa, buna bağlı olarak ışığın bir kısmı da örtülmüş olur. Bu durumda ışığın yeğinliği ilk duruma oranla daha çok azalmış olur.

Uyarı:

Bu deneyde ışığın geçtiği deliğin yüzeyinin ışık eksenine dik olması gerekir. Geometrinin ayrıntılarını bilen bir kimse için deney anında levhanın istenilen doğrultuda nasıl hareket ettirilmesi gerektiğini bilmek kolaydır. Bu yakın mesafede ışığın dağılmasıyla ortaya çıkan algı, evrenin merkezine olan uzaklığının fazla olması nedeniyle, Güneşin kütesinin gerçekten çok büyük olmasının gerekliliğini vermektedir. **Zat**

el-Şukbeteyn denilen aletle güneşin ve ayın çaplarını bilmek olanaklıdır. Aynı şekilde bunların uzaklıkları da **Zat el-Şubeteyn** adlı aletle yapılacak **paralaks** ölçümleriyle bilinebilir. Bu durumu biz geceleyin, deliğin çapından daha büyük olan bir ateş aleviyle denedik. Azalma onun kütesinin büyüklüğünden dolayı olur. Deneyler aynı yöntemle yapıldığı için sonuçları farklı olmaz. Eğer delik kısmen örtülecek olursa duvardaki ışığında zayıfladığı buna karşılık, eğer deliğin daha büyük bir kısmı örtülecek olursa ışığın daha da çok zayıfladığı görülür.

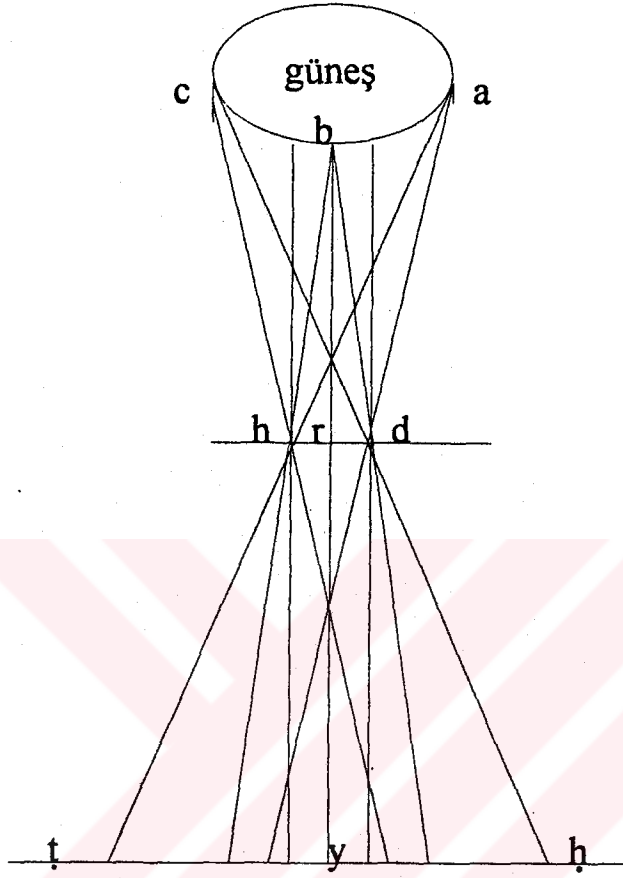
6) Işık, ışıklı bir nesneden **küresel** olarak yayılır. Hatta bu **küresel yayılım** o nesnedeki her bir noktadan olur. Böyle olmasaydı, onun ışığı karşısındaki bütün yönlere doğru yayılmazdı. Bundan dolayı ışıklı bir nesnedeki her bir noktadan küresel ışınların çıktığı varsayılır. Bunlardan her biri doğrusal olarak uzatılacak olsaydı, bazıları kesişecek, bazıları paralel olacak ve bazıları da birbirinden uzaklaşacaktı. İşte bu bilimin pek çok probleminin açıklanması bu bilgi üzerine kurulmuştur. Bunun ve bundan sonraki problemlerin açıklanabilmesi için, ABC güneşin ışınlarının B deliğine doğru yayıldığı kısmının kutbu, DH deliğin çapı, R deliğin merkezi, D noktası A yönünde, H noktası C yönünde, H_T de ışığın düştüğü duvar olsun. ABC dairesine A noktasında değen ve D noktasından geçerek duvarı kesen bir hat ve aynı şekilde daireye C noktasında değen ve H noktasından geçerek duvarı kesen iki çizgi çizelim. Bu A ve C noktaları ABC yayının sınırlarıdır. Bu ikisinin dışında DH doğrultusuna gelen ışınların önemi yoktur. İki çizgi varsayalım: bunlardan birisi, BC yayına teğet olarak D noktasına

uzayıp, duvarı H noktasında kessin; ve diğeri de AB yayına teğet olarak H noktasına uzayıp, duvarı T noktasında kessin. H ve T noktaları ABC 'den gelen ışınların öteye taşamadığı iki sınırdır. Sonra B ve R noktalarını birleştirip, HT üzerindeki Y noktasına kadar uzatalım. Sonrada D ve H noktalarının her birinden iki yöne, BY çizgisine paralel ve HT ile birleşen iki çizgi çizelim. Benzer şekilde, B ile D ve B ile H noktalarını birleştirerek H ve T noktalarına uzatalım. Böylece BY , HT 'ye dik olduğundan onu iki eşit parçaya böler ve oluşan karşılıklı iki üçgen birbirine benzer olur. Bu böyle olsun. Sonra da, BY 'yi eksen kabul edip, sınır çizgilerini de tam bir daire oluşturacak şekilde döndürdüğümüzü düşündüğümüzde, $ADCH$ şeklinin deliğe gelen ışıklardan oluşan bir koni olduğunu söyleyebiliriz. Geriye duvarın yüzeyine doğru çıkan $DHHT$ konisi kalır. ABC 'den DH 'ye gelen ışınlar, $ADCH$ konisinin iç kısmında birbirini kesen ışınların toplamıdır. Birbirinden uzaklaşan ışıklardan DH 'ye gelenlerin toplamı ise ancak delikten girebilenlerin toplamı kadardır; ve bu toplam o kısmın tümünden çıkan paralel ışınların ancak B 'nin her iki tarafından çıkanları kadardır. Bu kısmın kirişi DH çapı kadardır. Bundan dolayı/ dik ışın Y 'nin çevresindeki paralel ışınlar arasında yer alır. Gittikçe birbirinden uzaklaşan BH ve BD 'nin ötesine düşen ışınlar zayıf olurlar. Birbirini kesen ışıklardan ise, CH ve AT arasında kalanların dışındakiler ise bundan daha zayıf olurlar. Eğer delik genişletilecek olursa, gelen ışın miktarının artmasından dolayı ışığın yeğinliği artacaktır. Özellikle de paralel gelenlerin sayısı artacaktır. Bu

ilke bu bilimin problemleriyle ilgili pek çok kuşku ortadan kaldırmıştır.

Yine bilinmelidir ki bilim adamları konuya özgün **gölge ve karanlık** adıyla makaleler yazmışlardır. Ancak onlar DH'yi gölgesi HT üzerine düşen opak bir nesne olarak ele almışlardır. Bu durumda konunun tamamen farklı olması nedeniyle deney de tamamen farklılaşacağından sonuç da bizim ulaştığımız sonucun tersi bir sonuç olacaktır: ve ışık karşı yüzeyin bütününden çıksın ya da çıkmasın, yayılım küresel olsun ya da olmasın bu hükümler gerçekleşmezdi. Bizim belirtmek istediğimiz de budur.

Diğer bir deney: üzerinde delik bulunan bir levhayı, silindir şeklinde bir borunun ağzıyla örtülecek şekilde lehimleyerek sabitleştirelim. Levhanın bulunduğu yöne büyük bir ateş yerleştirelim ve borunun diğer ucundan sızan ışığın düştüğü yere bakalım. Bu durumda ateşten çıkan uzantıların borunun ağzının tam karşısında ve doğrusal çizgilerde olduğu ve oluşan aydınlık kısmın büyüklüğünün de borunun ağzının çapı kadar olduğu görülür. Eğer ateşi görüntüyü kaybetmeyecek kadar, biraz hareket ettirsek, 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 varsayarsak, bu iş yine böyle olur. Bu da ışığın küresel yayıldığıнын, ışığın hem ışıklı nesnenin tümünden hem de kısımlarının her birinden yayıldığıнын kanıtıdır. Eğer boruyu opak bir nesneyle kesecek olursak, bizim için, bütündeki yayılımın parçadaki yayılımdan ve büyük



parçadaki yayılımın da küçük parçadaki yayılımdan daha yeğin olduğu açıkça ortaya çıkar. İstenen de budur.

Ek:

Delikten geçtikten sonra ışığın dağılmasının nedeni, ışıklı nesnenin kütesinin bütününden ve kısımlarının her birinden ışın çıkmasıdır. Bundan dolayı dağılım kaçınılmazdır ve büyüme sözkonusu olur. Eğer

ışıklı nesnenin çapı deliğin çapı kadar ya da ondan daha küçük olur ise, ışınların deliğe gelme ve delikten çıkma yönlerinin farklı olması zaruri olur. Bu ise daha önce sözkonusu edilen bu çizgilerin konumuna benzer olanların konumlarının da benzer olacağını gösterir. Bilindiği gibi boyutların -büyüklüklerin- belirlenmesinde, elde edilen miktarlar esas alınır.

7) Işıklı bir cisimden çıkan ışık, basit tek bir öze sahiptir ve bir fiil kısımlardan veya geometrik ışık doğrularından oluşmaz. Eğer daha önce sözkonusu olduğu gibi olmuş olsaydı, bu durumda adı geçen geometrik noktalardan herhangi bir şey meydana gelmezdi. Işığın nokta ve doğrulardan oluştuğu varsayımımız ise matematiksel bir nesne için yapılan varsayım gibidir ve bu da mutlak olarak matematiksel mülahazalar gerektiren büyük bir yöntemdir; ve kolay bir iş değildir. Bu nedenle, ışığın basit tek bir özden oluşmuş olduğunu söylememiz isabetli olmuştur.

8) Işık kaynağı olan bir nesneden çıkan ışık, kaynağından kısımlara ayrılrsa sadece zayıflar; ancak hiçbir zaman niteliğinden bir şey kaybetmez. Bu daha önce yapılan deneylerle belirlenmişti. Bu ışıklara birincil ışıklar denir ve bunlar hem ışıkların hem de onların kuvvetlerinin sıralanmasında ilk sırayı alırlar.

9) Gündüz birincil Güneş ışığının girmediği mağaralar ve benzeri binalar aydınlık olurlar. Aynı şekilde, tam fecir vaktinde hava, yeryüzeyi aracılığıyla aydınlık olur. Yükseklik arttıkça, ışık da artar ve aydınlık

ortaya çıkar. Dumanların ve buharların aydınlanmasıyla kıyaslandığında, ve buralarda aydınlık algılandığında, henüz yeri aydınlatmadan önce, yükselen güneşin birincil ışıklarıyla bu buhar küresi aydınlanmaktadır. Daha sonra buralarda yansıyan ışıkla yeryüzeyi aydınlanır. Böylece anlıyoruz ki, gündüz yeryüzü ve ışığa karşı olan duvarlar güneşten çıkan ışıkla aydınlanmaktadır. Binaların ve mağaraların içlerini aydınlatan ışıklar ise buralardan yansıyan ışıklardır./ Bunu şu deneyle gösterebiliriz: Bir oda alalım ve burasını Güneş ışığının gireceği bir delik ve bir kapısının dışında girmenin mümkün olmadığı bir deney odası olarak adlandıralım. İçeri girip deliği ve kapıyı kapatalım, bu durumda karanlık oluşur. Eğer deliği açarsak güneş ışığı içeri girer ve biz karşıdaki duvar ya da yerin üzerinde ışıklı bir alan oluştuğunu ve odanın bütünüünün de ilkinden daha zayıf bir ışıkla aydınlandığını görürüz. Eğer ağzı delik, içi boş, düz bir nesne alırsak ve bu nesnenin ağzını, nesnenin boş kısmının dışında başka ışıklı yer kalmayacak şekilde, odaya giren ışığın üzerine yerleştirirsek, odanın aydınlığı ışıkla örtüşen ağzın karşısındaki yer hariç, kaybolur. Onu kaldırırsak aydınlık geri gelir; ışığı görürüz. Eğer ışık bir noktada yoğunlaşırsa, onun karşı tarafı da ilkinden daha zayıf bir ışıkla aydınlanmış olur. Bu durum düzenli olarak Güneş, gezegen, ateş ve ışıklı yoğun her nesnede görülür. Bu ışınlar ve benzerleri ikincil ışınlar olarak adlandırılır ve bunlar bizzat birincil ışıklardan daha zayıflardır. Bunlar iliniksel olarak ışının kendisinden çıktığı opak nesnenin renginin solgunlaşması veya parlaklaşmasıyla

birlikte kuvvetlenebilir ya da zayıflayabilirler. Ancak hiçbir zaman, kuvvet itibariyle ikincil ışınlar birincil ışınlar derecesine çıkamazlar.

10) Karşısında bulunan her opak nesnenin üzerine düşen küresel yayılımın birinci hükümü bu ışınlar içinde geçerlidir ve yayılım da doğrusal hatlarda olur ve bu ışıklar, örneğin ayna gibi parlak bir yüzeyden yansıyan ışınlar da benzemezler. Çünkü parlak yüzey ışığı yansıtır ancak bir kısmını da yutabilir. Bu konuda inşallah ikinci kitapta söz edilecektir. İkincisi, ikincil ışınlardan oluşur. Bunu şu deneyle gösterebiliriz: Bir delikten ışığın içeri sızdığı bir deney odasına girelim, ışığın düştüğü yere, yüzeyinin genişliği ışığın düştüğü yerin genişliğinden daha büyük olan gümüşten yapılmış düz pürüzsüz bir levha koyalım. Öyleki bu alanın tamamını kapsasın. Deney odasının duvarlarında beyaza çalar bir aydınlığın yayıldığını daha sonrada ikinci ışığın düştüğü yerin miktarının birinci ışığın düştüğü yerin miktarına yakın olduğunu görürüz. Eğer, içi boş bir nesneyi, yayılımın doğrultusunda, ışığı tam kapatacak şekilde tutarsak yayılımı küresel olmaz ancak tam karşısındaki noktaya doğru yayılmaya devam eder. Bununla birlikte, ışığı gümüşün parlaklığının şiddetinden dolayı beyazla karışmış olarak algılarız. Eğer levhayı kaldırırsak yayılan ışığın bu beyazlık niteleği de ortadan kalkar. Işık kaybolur ve odanın aydınlığı da daha önceki aydınlık durumuna döner. Yayılım doğrusal bir hatta olur. Bu durum birincisinin karşısına başka bir deney odası yapmak suretiyle denenebilir. Bunun için iki oda arasındaki duvar, birincil ışığın aydınlattığı yerin haricinde bir yerde delinirse, buradan ikincil ışınlar

yayılacağından, bu ışınlarında bir doğrultu üzerinde, tıpkı birincil ışınların bir doğrultu üzerinde yayıldıklarını gösteren deneydeki gibi, yayıldıkları gösterilebilir.

11) Bu ikincil ışıklar, yansıtıcı nesneden, özellikleri birincisine benzer olan başka bir ışık olarak çıkarlar. Ancak bunlar diğerinden daha zayıftırlar. Bunun deneyi: Bir deney odası gözönüne alalım. Bir delikten sızan ikinci ışığın, bu deliğin tam karşısındaki bir yere düştüğünü görürüz. Bu yer ışıklı olur ve odanın tamamı da yayılan zayıf bir ışıkla aydınlanmış olur. İkincil ışıklarla yapacağımız bir deneyle bunların niteliklerinin tümünü deneyebiliriz. Bu ışıklar, daha önce belirttiğimiz gibi, zayıflamalar dışında birincisine benzer olurlar. Bunlara üçüncül ışıklar adını verelim. Böylelikle ondan sonrakiler de, nihayet gözün algılayamayacağı bir duruma kadar dördüncül, beşincil vs. diye dizilirler.

12) Birincil ışıklar, içinden geçtikleri nesnelere renklerine bağlı olarak, renkli olabilirler. Bunun böyle olduğunun açıkça ortaya çıkması için, Güneşin, Ayın, Marsın, Satürnün, Jupiterin, Kalb el-Akrebin, Debaranın ve Şuvar el-Yemeniyenin ışığını düşünmemiz yeterlidir.

13) İkincil ışıklar, birincil ışıkla aydınlatılmış olan opak nesnenin rengini de taşırlar ve aynı zamanda, bu durum gölgelenmiş beyaz bir nesnede çok açıkça hissedilir. Eğer bu beyaz nesnenin önüne, müşerref olmayan bir uzaklığa, birincil ışıkla aydınlatılmış beyaz bir nesne konursa, beyaz nesne, erguvani, reyhani ve filiskin renklerine benzer parlak bir renge sahip olur ve bu renklerin beyaz nesne üzerinde çok

daha belirgin olduğu bir deney odasında deneyebiliriz. Eğer duvarlar ışığın düştüğü yere, ard arda birini koyup diğerini kaldırmak suretiyle, parlak renkli nesnelere ile aydınlatılırsa, duvardaki parlaklık üzerinde bu nesnelere renkleri ortaya çıkar. Bu ışıklı yer duvara yakın olursa renkler daha kuvvetli görünürler. Bu durum, ışığın düştüğü yerin rengine sahip bir yere beyaz bir nesne yaklaştırılarak da denenebilir. Bu durumda renkler o nesne üzerinde ortaya çıkar. Aynı şekilde bu, nesnelere bir ilineği olan parlak renklerin diğer bir hükmüdür.

14) Taşınmış renkler aslından daha zayıf olurlar, ve uzaklık arttıkça zayıflıkta artar. Tam beyaz nesnede bulunan [renk] karışık ve renkli nesnelere bulunandan [renk] daha belirgindir. Renkler gölgeye yaklaştıkça zayıflıkta kaybolur ve muhtemelen gözle algılanamaz.

15) Eğer opak bir cisim üzerine düşürölürse, ışığın nüfüz ettiği saydam nesnenin rengini de taşıdığı görülür. Tıpkı, bir hamamın penceresinden girip, hamamın tabanına düşen ışıkta rengin biçimine tanık olduğumuz gibi. Koyu renkli bir camdan geçip, opak bir nesne üzerine düşen ışıkta da durum aynıdır. Işığın düştüğü yer eğer çok beyazsa, rengin sureti böyle olmayan yüzeylelerden daha net görünür.

16) Ayna gibi parlak bir yüzeyleden yansıyan ışık, aynı zamanda, parlak nesnenin rengini de taşır. Bunu şu deneyle gösterebiliriz: Gümüşten, altından ve kırmızı bakırdan yapılmış aynalar alalım. Bunları birbiri ardınca deney odasında ışığın düştüğü yere koyalım. Bu durumda o noktada bu aynaların her birine özđü bir renk ortaya çıkar. Eğer ışığın

düştüğü bu yer uzaksa bu mesafeyi daha yakın bir yerde opak bir nesneyle kesersek ortaya çıkan durum tamamen değişir.

17) Saydam nesnelere nüfûz eden ışıkların düştüğü yerlerden ışıklar yansır. Bu ışıkların nüfûz ettiği yerlerden de onların ikincil ışıkları doğar. Tıpkı parlak bir yüzeyden ikincil ışıkların çıkması (yansıması) gibi. Bu durum daha önce sözkonusu edilen deney odasında ışığın düştüğü yere konulacak renkli saydam bir nesneyle denenebilir. Bu renkli nesne beyaz bir nesneye yaklaştırılırsa nüfûz edilen yönün dışındaki bir kaç yönde onun rengi ile karışmış olarak görünür. Bu özelliklerin elde edilmesi tamamen, ya kendinden ışıklı her saydam nesneden doğrusal olarak tek tek ışınların yayılmasına ya da ilineksel olarak ışıklı olan nesnedeki her noktadan ışınların yayılmasına bağlıdır. Bu yayılımın saydam nesneden küresel olarak uzadığını yani ışıklı nesnenin her yönünden mutlak olarak her yöne yayıldığını ve ışıklandırılmış olan nesneden ise yalnızca karşısındaki yönlere doğru ilineksel olarak yayıldığını düşünmek doğru olur. Bu ikincil ışıklar birincil ışıklardan daha zayıftır. Çünkü bunlar birincil ışıkların bir kısmıdır. Aynı şekilde üçüncülerde ikincilerden daha zayıftır. Rengin sureti de daima kendini taşıyan ışığa bağlıdır ve taşınan renk de aslından daha zayıf olur. Bu bilgi bir tarafa bırakılsa bile en azından şu bilinmelidir ki, rengin solgunlaşması ya da parlaklaşması ışığın doğasındandır. Hava ve saydam nesnelere rengin suretini alabilirler. Örneğin taşınan renk yeşilse, o rengi taşıyan saydam nesne de yeşil renkli olur, eğer nesnenin kendisinde bir problem yoksa.

18) Işıkların varlığı renklerin hissedilebilir bir şekilde açığa çıkması için şarttır. Işık ortadan kalktığında renk de kalkar. Bir grup bilim adamı rengin gerçekliği olmadığına, göz ile ışık arasını bağlayan ilineksel bir bağ olduğuna, bu bağdaki renklerin gerçekliğinin olmadığına, gökkuşağındaki renklerde ve hamamdaki buğuda ortaya çıkan yeşil renkte olduğu gibi göz tarafından algılandığına inanmıştır. Bu örnekte olduğu gibi ışığın varlığı rengin varlığının nedensel şartıdır. Çünkü daha ileride ele alınacağı gibi bu yaylar kırılma ve yansıma sonucu oluşurlar. Bu yansıma ve kırılmanın özellikleride yine ileride ele alınacaktır. İki kez yansıyan ve iki kez kırılan ışının iki konumundan herbiri için, ışık ve gözün konumunun değişmesiyle değişen, ancak algılanamayan özel bir alan vardır. Bu durum, fildişi beyazında, kömür siyahında, yakut kırmızısında ve zümrüt yeşilinde sözkonusu değildir. Çünkü bu renkler bir düziye bütün konumlarda sabittirler asla değişmezler. Ancak ızdırap halinde kanın hızlanması sonucu canlılığın ortaya çıkması ve cildin parlaklık kazanmasıyla yüzde beliren hacel³²⁰ kırmızısında durum farklıdır. Çünkü bu durumda latif bir insanda ortaya çıkan kırmızılık, bu sıfatların aksine sahip kaba bir insanda beliren kırmızılıktan daha belirgin olur. Korku anında kanın daha iç kısımlara çekilmesiyle oluşan vecel³²¹ sarısında da, kanın boşalmasıyla da [çekilmesi] ciltte bir parlaklık belirir. Bu her iki renk de gerçekliği olmayan iki renktir. Çünkü bu iki renk de, herhangi bir konumda,

³²⁰ Özellikle utanma ya da sıkılma anlarında insanların yüzlerinde beliren kızarma durumunda oluşan kırmızılık.

³²¹ Özellikle korkma anlarında insanların benzlerinin sararması durumunda oluşan sarılık.

herhangi bir ışıktaki, ve göz ile ışığın herhangi bir konumunda algılanabilmektedirler. Işıkların renklerinin farklılığıyla, görünür renklerin algılanmasında ortaya çıkan farklılıklar, ışığın renginin suretine bağlıdır. Renklerin gerçekliğinin olmadığını belirtmek için bu yeterlidir. Ancak renk adı verilen ortak parlaklık üzerine daha söylenecekler vardır. Renkler nitelikleriyle ve farklılıklarıyla belirginlik kazanırlar ve her bir özel nesnenin belirginlik kazanması için üzerine ışığın düşmesi gerekir ve renkte böylece ortaya çıkar. Böyle bir durum olmazsa, renk ortaya çıkmaz. Bu durum gerçekliği olan bir durumdur. Rengin niteliği demekle de onun gerçekliğini kastediyoruz. Öyle ki bir nesneyi diğerlerinden daha belirgin hale getiren de bu durumdur. Ancak yine de burada, bu konuda söylenecek daha çok şey vardır. Allah bilir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Üçüncü bölüm, göz ve ışık arasında oluşan görelî özellikler hakkındadır ve altı özellikten oluşur.

1) Eğer göz, Güneş yükseldikten sonra güneşe veya üzerine Güneş ışığı düşüpte göze yansıdığında bir aynaya, ya da Güneş ışığıyla aydınlatılmış son derece beyaz bir nesneye çok dikkatlice bakarsa acı duyar. Eğer göz bundan sonra ışığı zayıf olan bir yere yöneltirse görünen nesnelere göz arasında sanki bir perde varmış gibi olur; ve buradaki nesnelere gerçek boyutlarıyla algılanamazlar. Sorada aşama aşama durum eski haline döner. İncelenen bu durum, kuvvetli bir ışıkta ya da bir evdeki geniş bir delikten gökyüzüne doğru bakıldığında da, sözkonusu olur. Bundan da ışığın göze etki ettiği sonucu çıkar.

2) Eğer göz, üzerine Güneş ışığının düştüğü bir sırada, koyu yeşil, erguvani parlak sarı ya da bunlara benzer parlak renklerden birisine çok dikkatlice bakarsa ve daha sonra da dikkatini gölgedeki beyaz bir yere yöneltirse, oradaki şeyi de renkli olarak görür. Ancak bu renkli yerin konumu ışın dikmesi üzerinde olur. Yani herhangi bir yöne bakıldığında o bakılan yönde ortaya çıkan koni ekseni üzerinde olur.

3) Yıldızlar gece görünüp gündüz görünmezler; çünkü Güneş ışınları gözü kaplar ve bu da yıldızların algılanmasına engel olur. Bu nedenle, karanlık bir kuyunun dibinde bulunan bir kimse, bütün yıldızları

gözünün doğrultusunda ve kuyunun ağzında toplanmış gibi görür.³²² Kuvvetli bir ateşte aynı şekilde geceleyin yıldızların görünüşünü engeller, eğer ateş örtülürse görüntü geri gelir. Bu nedenle, ortalama bir uzaklıktaki kuvvetli veya zayıf bir ateş de geceleyin görünebilir. Buna karşılık Güneş ışığının yayılımından dolayı gündüzleyin görülmez. Bundan da kuvvetli ışığın, ışığı zayıf olan bazı nesnelere gözün algılanmasına engel olduğu sonucu çıkar.

4) Yüzeyinde çok zayıf ve ince bir nakış bulunan parlak bir nesneden göze doğru ışınlar yansıdığına, göz oradaki nakışı algılayamaz. Eğer yansıyan ışınların doğrultusunda bir sapma olursa, bu nakış ortaya çıkar ve göz onu algılar. Eğer bu örnekteki gibi bir konumdaysa, yüzeyinde parlak çizgiler bulunan bir levhada da durum aynıdır. Daha önceden de söz edildiği üzere, bu yoğun nesnenin renginin sureti tam karşısında ve gölge bir yerde bulunan beyaz bir nesneye taşınabilir. Eğer bu nesnenin yüzeyi ışıklandırılacak olursa, bu durumda taşınan rengin sureti yok olur. Eğer taşınan renge ateş aleviyle yaklaşılırsa, renkli saydam nesnelere renklerinin taşınmasında, durumun aynı olduğu görülür ve Ateşböceği'nde de aynı şey söz konusudur. Deniz hayvanlarının bazısında geceleyin ışıklı olurlar. Bunların ışığı gündüzleyin veya lamba ya da benzeri bir şeyin ışığında görünmez.

Sonuç:

³²² Yıldızları gündüzleyin de gözlemlemek amacıyla düzenlenen derin kuyular, uzun süre kullanılmıştır. Bu konuyla ilgili olarak bkz. Sayılı, Aydın, *The Observation Well*, *A.Ü. Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi*, c. 11, 1953, ss. 146-159.

Kuvvetli ışığın bu özellikleri bakılan nesnelere bazısında ya da orada bulunan manaların bazısında görünmez. Buna karşılık zayıf ışıkta ise bakılan şeylerin ya da bu yerlerdeki manaların bir kısmının ortaya çıkmasına neden olur.

5) Bir yüzeydeki bazı silik yazılar ve çok ince nakışlarda renk açığa çıkmaz. Böyle bir durumda, eğer orada ışık da zayıfsa göz onu algılayamaz, buna karşılık, kuvvetli ışıkta ise görünür hale gelir. Sonuç olarak: Kuvvetli ışıkta bakılan yerde pek çok mananın ortaya çıktığı görülür.

6) Göz, yoğun nesnelere bulunan parlak renkleri kuvvetli ışıkla algılar. Algı, zayıf ışık altındaki görüntüden daha parlak, daha mükemmel ve daha tam olur. Aksine, karanlık mekanlarda ise görüntü daha zayıftır. Bu durum saydam cevherlerde [değerli taşlar] de sözkonusudur. Eğer ışığın doğrultusu üzerinde bulunan renkli saydam nesnelere karşı karşıyaysak ve beyaz bir nesneye bakıyorsak, bu durumda kuvvetli ışık altında, o nesnenin gölgesinde bu rengin sureti ortaya çıkar ve eğer ışık zayıflarsa renk görünmez ancak yalnızca gölgesi görünür. Öyleki, Tavus Kuşunun tüylerinin ve Bukalemunun derisinin renkleri de üzerine düşen parlak ışıkların farklılığından ve bu renklerin konumlarının farklılığından dolayı göze farklı renklerde görünürler.

Genel sonuç:

Gözün baktığı nesnede algıladığı suret, bakılan nesne, göz ve bu ikisi arasındaki ortamda bulunan havadaki parlak ışıktan dolayıdır.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

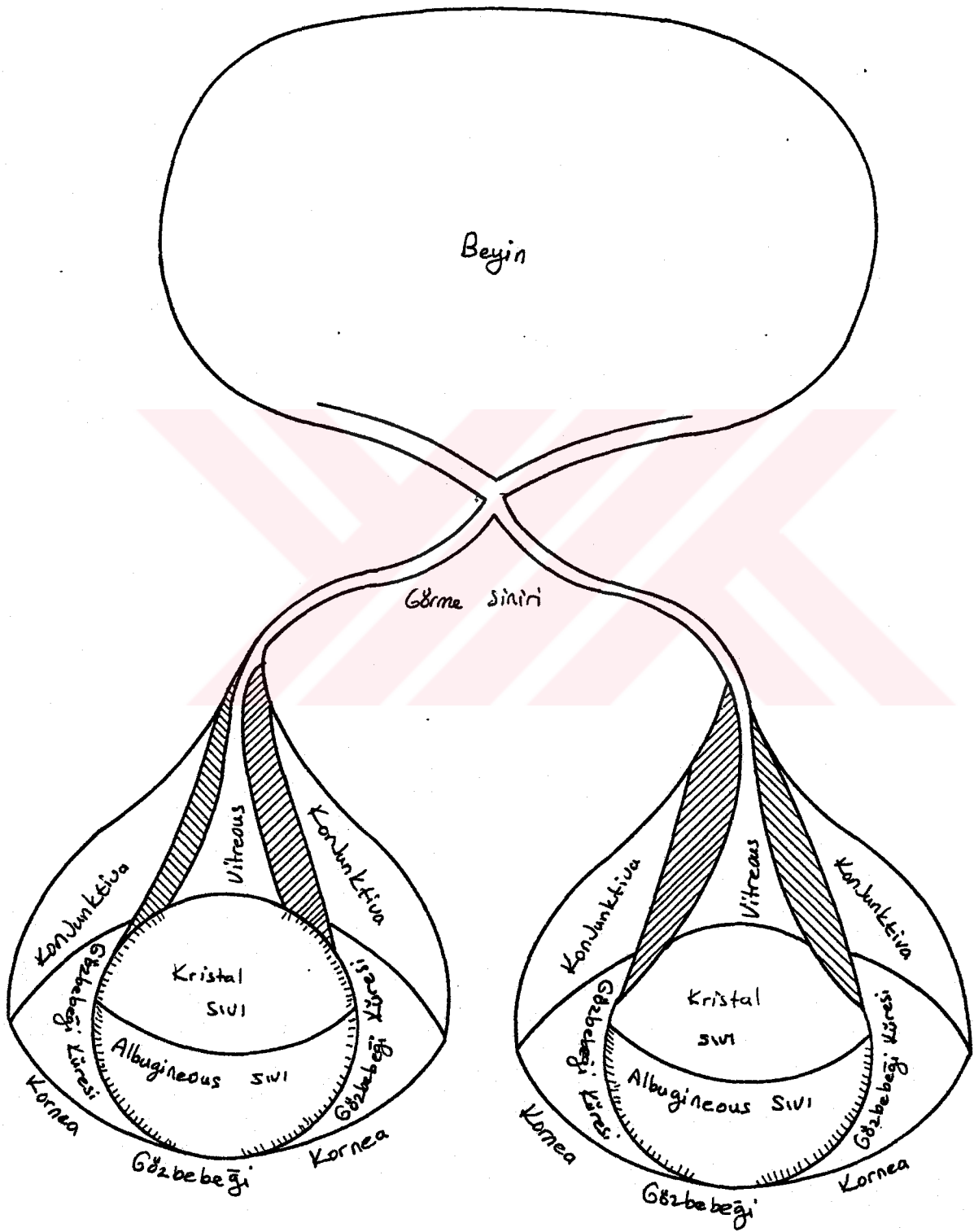
Bu bölümde insandaki görme organının yani gözün diseksiyonuna gerek vardır. Göz tabakalardan, zarlardan ve çeşitli nesnelere oluşmuştur; ve beynin ön kısmının iki tarafında konulanmış birbirine benzer iki görme sinirinden oluşmuş olarak beynin önünde bulunmaktadır. Onlardan herbiri beyin zarlarından oluşmuş iki tabakadır; ve gözün girişinde görünen kısım ile son bulurlar. Sonra bu ikisi birleşirler ve tek bir görme siniri oluştururlar. Daha sonra bu sinir de eşit ve benzer iki görme sinirine ayrılır; ve bunlardan herbiri nüfûz edilebilir iki deliğe yani göz çukuruna doğru uzarlar. Eğer nüfûz ettikten sonra, yayılma ve genişleme olursa, uç kısmı da bu durumda huniye benzer. İç kısmı da gökkuşağı gibi renga renk renklidir. Bu kısma bundan dolayı **kavs-i kuzah** [gökkuşağı] adı verilmiştir. **Göz küresi** bu noktada bütünüyle bu küreden oluşmuştur; ve sinirlerle birleşmiş durumdadır. Bu iki gözden her biri yedi kısımdan oluşur. **Birinci kısım**, büyük çukuru dolduran yumurtaya benzer yağlı bir ettir. Buna Yağ Tabaka denir. **İkinci kısım**, siyah, oyuk, yuvarlak bir küredir; ancak bazen de elâ ve mavi renkli olur. Bu kısım ince bir bağ dokudur. Fakat çok seyreltik değildir. Onun iç kısmının tümsek yeri mültehimeyle bitişiktir ve iç kısmı boştur. Bu çukur yüzeyi ise kaygan bir zarla kaplıdır. Mültehime tabakası giriş kısmının dışında kalan bütün yüzeyi kaplar. Bu kısma İnebiye denir.

Burada iki tane delik vardır. Bunlardan bir tanesi gittikçe genişleyerek huniye benzeyen sinire bitişik olarak arkadadır; diğeri ise öndedir. **Üçüncü kısım**, beyaz boynuzumsu saydam bir zardır. Buna karniye adı verilir; ve tümüyle inebiyenin önünde yer alır. Mültehimenin önünde de durum aynıdır. **Dördüncü kısım**, sıkıştırılmış rutubetten oluşmuş yumurtaya benzer küçük bir küredir. Bunun saydamlığı fazla değildir, ancak, buz saydamlığına benzer bir katılıktadır. Bundan dolayı ona celidiye ya da beridiye adı verilir. Görme organlarının ilki bu kadehle bilinir; ve onun üzerindedeki su çıkar. Celidiye tam küre değildir, aksine onun yüzeyinin ön kısmı şişkindir. Tıpkı bir merceğin şişkin kısmı, yani küre yüzeyinin bir kısmı gibidir. Geriye kalan kısmı ise küre yüzeyinden daha büyüktür. Yüzeyinin ön kısmının konumu gözbebeğinin (şukb el-inebiye) konumuna benzer. **Beşinci kısım** ise, celidiyenin ötesindeki sinirin boş kısmını dolduran sıvıdır. Bu sıvı erimiş cama (zücac el-zayb) benzer ve camsal sıvı diye adlandırılır. **Altıncı kısım**, hem zücacıye hem de celidiye sıvılarının fazlasını içerir ve gerçekten sonderece ince bir zardır ve örümcek ağına benzer. Bundan dolayı da Ankebutiye tabakası diye adlandırılır. **Yedinci kısım**, inebiyenin çukur kısmının ön tarafından geriye kalan boş kısmın sıvısıdır ve iki merceğin celidiye yüzeyi ile gözbebeği arasında bulunur ve yumurta akına benzer. Bundan dolayıda yumurtamsı sıvı (ruṭbet el-beyḏiye) diye adlandırılır. Bu, göz diseksiyonunun özetidir.

Diyorum ki, kristal sıvının (ruṭbet el-celidiye) görünen yüzeyine ait olan karniyenin küresel kısmının iç bükey yeriyle temas halinde olan

gözbebeğinin konumuna uygun bir biçimde ışık gönderdiğimizde, bu ikisinin merkezlerinin tek olduğu görülür ve bu ortak merkez çevredeki kasların tümünün göz küresini hareket ettirmesiyle değişmez. Sonuç olarak, göz iki ünlü doktorun görüşüne göre dört tabakadan oluşmuştur. Bunlar: mültehime, ankebutiye, inebiye ve karniyedir. Üç tane de sıvı vardır. Bunlar da: zücaciye, celidiye ve beydiyedir. Bu şekil şudur.

Yetkin doktorlar ise, gözün yedi tabakadan oluştuğunu söylemişlerdir. Bunlar: şulbe, müşemmiye, şebekiye, ankebutiye, mültehime, inebiye ve karniyedir. Eğer biz bu organ ve onun yapısı hakkında ihtilafa düşersek, ondaki herbir ayrıntının özelliklerini ismiyle açıklamamız gerekir. Ancak bu risalede arzu ettiğimizden fazlasının bulunması nedeniyle ortaya çıkacak atalet korkusundan dolayı daha fazla ayrıntıya girmedik. Allah bilir.



BEŞİNCİ BÖLÜM

Görmenin nitelikleri hakkındadır ve dört bölümden oluşur.

1) Daha önce, nesnelerin ışıklarının karşısındaki her bir yöne doğru yayıldığı belirtilmişti. Yine bunun gibi, eğer göz böyle bir nesnenin karşısında bulunuyorsa, o nesnenin ışıklarının göze ulaşacağı, bu ışıkların göze etki yapacağı ve gözün de ancak, nesnelere kendisine doğru uzayan suretleri algılayabilecek şekilde yaratıldığı da açıklanmıştı. Yine aynı şekilde, nesnelerin renginin suretinin de, daima ışığa bağlı olduğu ve gözün de, her bir rengi ancak, kendisine ışıkla birlikte ulaşan bu suretlerle algılayacak şekilde yaratıldığı da açıklanmıştı.

2) Gözün tabakaları, gözün ön kısmının saydam nesnelere temas halinde olmasından dolayı, gözeneklidir. Bu tabakalardan ilki olan karniye, ışık ve rengin suretinin yer aldığı hava ile temas halindedir. Saydam nesnelerin tabiatında da ışık ve rengin suretini kabul etme vardır ve bu nesnelere suretleri arkalarına geçirirler ve bu suretler gözbebeğinden girerek gözün tabakaları aracılığıyla celidiyeye ulaşırlar. Bu tabakalarda kendilerine ulaşan rengin ve ışığın suretinin nüfuz edilebilmesi için saydam yaratılmışlardır. Celidiyenin görünen yüzeyi,

karniyenin yüzeyine izi düşen dairenin yani gözbebeğinin konumuna benzer. Bunlar iki paralel yüzeydirler ve merkezleri de birdir. Bu iki tabaka, gözbebeğinden kendilerine gelenleri algılayacak bir organ olarak yaratılmışlardır.

3) Göz kendisine gelen nesnelere, daima yüzeyindeki ışık ve renk ile algılar. Biz, renklerin ancak beyaz nesnelere ışıkla birlikte taşındığında görülebildiğini ve ışık kaynağına yaklaştıkça orada ortaya çıkan suretlerin daha belirgin olduğunu gözlemledik. Eğer göz ışık kaynağına yakınlaşırsa buna benzer oluşumlar bu kez celidiyede meydana gelir.

4) Eğer biz, kuvvetli bir ışığa bir süre için yalnızca bir gözümüzle baksak, sonra da sarı renkli bir nesneye dönsek, bu ışığın suretini orada görürüz. Eğer gözümüzü kapatıp tekrar açarsak, ve yine o sarı nesneye bakarsak bu sureti orada görmeyiz, eğer hızla ilk nesneye tekrar bakarsak bu ışığın suretini o nesnenin üzerinde zayıflamış olarak görürüz. Kanıtlanan bu durumda, algılanmasına karşın, ışığın sureti gözün karşısında değildir. Böylelikle ışığın suretinin celidiyeye olan etkisini incelemiş ve bu algının da ortak sinirin etkilenmesiyle olmadığını, diğer göz ile de suretleri görmek gerektiğini belirlemiş olduk.

Hasan [ibn el-Heysem] dedi ki: (Allah Rahmet Eylesin) Tutulma sırasında gözünün tekiyle uzun süre Güneşe bakan bir kimsenin gözünde Güneşin bu suretinin benzer şekilde oluştuğunu, bu gözle diğer bir yere

baktığında ise aynı görüntüyü o bakılan yerde de gördüğünü ve bu sureti kapatacak kadar bir nesneyle gözü kapattığında ise bu gözde o görüntünün uzun bir süre daha devam ettiğini gözledik. Diğer gözde ise böyle bir durum sözkonusu değildir. Eğer benzerlik bu etkilenme şeklinde olursa, celidiye tabakasına nüfuz edilmemiş olur. Bu ise celidiye tabakasının sırf sıvı olmasıyla değil, ancak ateşle boşaltılmasıyla ya da azaltılmasıyla elde edilir. Böyle bir durumda yani ısıtıldıktan sonra ise katılaşmış ve kireçleşmiş olduğu görülür, ve bu göz, ısıtılmayan diğer gözün küçüldüğü miktarda küçülmez; ve beyne benzer beyaz bir nesne olarak görülür. Geriye kalan iki sıvı da ya boşalmış olarak ya da ikisinden geriye kalan akıcı bir tortu olarak görünür ve bu da, onların ve huni ile son bularak onun içine giren sinir arasında ince sinirsel bir nesne, bir öz (asıl) olarak kalır. Bununla birlikte, böyle bir durum olmadan da, yani ısıtılmadan önce ve bu ısıtılmanın meydana geldiği duyum anında kristal sıvıdan ayrılmadan da böyle bir nesneleşme meydana gelebilir. Bu işlem sonucunda ise beyin inceleginde bir madde yaratılmış olur, ancak onun saydamlığı sıvı türünde değildir; bunun sebebi de son derece ince olan görsel ruh ile ince ışıkları taşıyan bu nesnelere renklerinin suretleri arasında bir aracı olmasıdır. Bununla birlikte, ruh için de, görsel ruhu taşıyan beyne ve bu suretleri [de] birinden diğerine taşıyan nesnelere benzeyen bir organ vardır. Suretler ve ışıklar ancak, bazı opak nesnelere durum böyle olmasa da, bütünüyle opak ve kaba olan nesnelere ortaya çıkarlar, aynı zamanda bazı ince nesnelere de ışığın izdüşümünü kabul edebilirler. /

Göz duyumunun dışında kalan dört duyum algısı, bütünüyle etkilenme türünden bir şeydir ve o duyunun nesnesiyle ortaya çıkar. Dokunma ve tad alma duyularıyla ortaya çıkan durumlara göz atıldığında bunun böyle olduğu görülür. Örneğin, koku duyumu kokunun niteliğinin karışmış olduğu havayla temas edilmesiyle ortaya çıkar. İşitme duyumu ise sesi çıkaran ve sesi alan arasında oluşan hareket sonucu ortaya çıkan dalganın niteliğine bağlı olarak meydana gelir. Nitekim büyük düşünürler ve bu konuda ileri gelenlerin tümünün ortak yargılarıyla, algı bir etkilenme olarak kabul edilmiştir. Buna karşılık, göz duyusu ise ışıklarla yüklü bu suretlerin kristal sıvıya (rutubet el-celidiye) ulaşmasıyla oluşan etkinin algılanmasıyla ortaya çıkar. Işıklarla yüklü renklere de durum aynıdır. Saydam neslerde yine bu şekilde parlarlar ve göz bu parlamayla karşılaştığında bakışını oradan kaçıırır. Bu saydam nesnelere daima suretleri taşırlar. Bu nedenle ışığın çıkışı [extramission] problemi kendisine ihtiyaç duyulmayan bir husus olarak varsayılmıştır. Yine aynı şekilde, kuvvetli ışıkların gözde yarattığı acının da etkilenme türünden bir algı olduğu konusunda incelenmiştir. İdmana bağlı olarak çıkan alışkanlığın yarattığı kolaylıktan yumuşak ışıklar (eçva el-latife) hususunda, yani gözün bu ışıklara kolaylıkla uyum göstermesinde, şüphe ve tereddüte yer yoktur. Duyular bu ışıklara alışkın olduğundan, bu ışıklar duyuları ne rahatsız eder ne de acı verir. Öğreti sahipleri (ashab el-ta'lim) ilkelerin (mukeddemat) düzenlenmesinde ve matematik bilimlerde sonuçlar elde etmede öncü olmuşlardır. Bu hususun derin denizlerinin incilerine insan tabiatının engeli olan karanlıklara dalarak

erişmişler ve onun yüce ve onurlu cevherlerini çıkararak insanın erişemeyeceği düzeydeki, insan gücünün üstün ve onurlu yönünün ortaya koymuşlardır. Bazı Muhakkıklar, bu bilimlerin temelleri ve ilkelerinin ilahi bir vahiy ile insanların teamüllerinin ilkelerinde varolduğunu açıkladılar. Aksi halde bu anlamları anlamak ve elde etmek, tek bir kişi için, isterse çok uzun bir zaman içinde olsun, salt aklın yardımıyla olanaklı değildir. Onlar gözün ancak, baktığı şeyi algıladığı ve bu ikisi arasında bir mesafe bulunduğu ve duyular yoluyla bilinen şeyin de ancak nesnel alanla temas etmekle olduğunu ve görmeninde gözden bakılan şeye bir şeylerin çıkması, o şeyle temas etmesi ve ondaki suretleri almasıyla oluştuğunu zannettiler. Yine Optik biliminin pek çok problemini de göz ve bakılan nesne arasındaki ışınların oluşturduğu koni aracılığıyla çözdüler. Ancak bu koninin kaynağı ve hedefi gibi iki yönünün açığa çıkması ve duyularla elde edilen duyuların nitelikleri hususunda Doğa bilimlerinin kaidelerinin denenmesini önemsemediler. Konuyla ilgili gerçekleri yazmadıkları gibi, ışığın kaynağı hakkında da konuşmadılar ve konunun zor olması incelik (dakiklik) gerektirmesi nedeniyle de ayrıntılara da inmediler. Oysaki bu hususlarda tartışmak her akıl sahibine açıktır.

Görme gözden çıkan birşeyle olursa o zaman böyle bir varsayımda, zorunlu olarak, şu sonuç çıkar. Eğer, gökyüzüne bakarsak, gözümüzden evrenin yarısına yakın bir kısmını dolduracak kadar madde çıkar, buna karşılık gözde hiç bir eksilme olmaz ve göz kapatıldığında ise bu madde ortadan kalkar ya da bakışın olduğu taraftaki yerine geri

döner [göze]. Gökyüzüne bakma esnasında, sabit yıldızları içine alacak bir daire çizildiğinde, gözde çıkan bu maddenin, bu mesafe boyunca hareket ederek, bir zaman içerisinde, bu sabit yıldızlar feleğine ulaşması gerekir. Bu ise olanaksız ve saçma bir iştir. Eğer, nesnel değilse bu durumda da herhangi bir nesneyle karışmaksızın duyumu imkansız olurdu. Çünkü duyum ancak canlı nesnelere içindir ve bu çıkma [extramission] kesin bir bilgiyle kanıtlanmış da değildir. Aksine herhangi bir düşünce ya da haberdar edilmeden önce de fikirlerin kendisine ulaştığı saf bir zandır. Ancak bununla birlikte, bu zan bu hususta dalbudak salan problemlerde bir eksiklik yaratmaz ve bu iki farklı görüşün senteziyle (toplam) elde edilecek delillere dayanarak da göz ile bakılan nesne arasındaki ortamın ışıklarının nitelikleri de belirlenemez. Görme bakan ve bakılan arasındaki ışıkların oluşturduğu koniler aracılığıyla olur; ancak ışığın kaynağı ve hedefi konusuna yapılan yaklaşımda onların arasında anlaşmazlık vardır.

Daha önceden de sözkonusu edildiği gibi, bu kolay bir iş değildir. Ancak, bu hususta yazmak, belirlemelerde bulunmak, haberdar olmak üzerimize bir görevdir. Ancak *Cem ve Tefik*'de Fârâbî'nin kendisine işaret etmiş olduğu gibi, bu hakikatte bir ayrışım ve uyuşmazlıktır. Bu hususta *ışrakîlerin* sözleri ise herhangi bir delile dayanmayan, bir iddiadır. Doğrusunu Allah bilir.

Bu bölümün sonucu (Hâtime), pekçok şüphenin ortadan kaldırıldığı dört problemi içerir.

1) Burada sözkonusu edilen sorunun cevabı, ışıkların suretini saydam nesnelere kabul etmediği, renklerin de boya ve değişim türünden olmadığı; aksine doğrusal düzlemlerde taşınabilir olduğudur. Bir ışık kaynağından karşısındaki bütün yerlere doğru uzayan farklı pek çok ışığın ve rengin suretleri ya birbirini keser ya da belirgin bir şekilde paralel olarak başlar ve biterler; ışık ve düştüğü konum arasındaki ortamın saydamlığında karışmazlar. Bu saydamlıktaki renklerde, tıpkı üzerine düşen ışıkların görünmemesi ancak yoğun ortam aracılığıyla görünmesi gibi, görünmezler. Bunun deneyi, ikisi arasındaki duvarda tek bir konumda başlayan ve diğer yöne doğru genişleyen bir delik bulunan iki karanlık oda alalım. Eğer biz, deliğin karşısındaki duvar üzerine lambalar koyarsak, deliğin karşısındaki duvar üzerinde diğer yön boyunca birbirinden farklı ışıklar [ışıklı noktalar] ortaya çıkar. Eğer bunlardan birisini örtersek o lambanın tam karşısında bulunan yerdeki ışıkta ortadan kalkar. Eğer tekrar yerine koyarsak görüntü geri gelir ve bu ışıklar delikten karışmadan nufuz ederler, ancak ondan sonra karışırlar ve tek bir konumda bulunurlar. Eğer delik ve lambalardan birisi arasına yeşil renkli bir cam koyup, deliğin diğer tarafına da beyaz yoğun bir nesne tutarsak, bu renk yalnızca bir lambanın ışığının bir beyaz nesnenin üzerinde düştüğü yerde ortaya çıkar ve asla diğer yerlerin rengi değişmez. Eğer başka bir lamba ve delik arasına bu kez kırmızı renkli bir cam koyarsak, bu durumda da o lambanın ışığının düştüğü yerde kırmızı renk ortaya çıkar ve sadece ilk camın kestiği ve ayırdığı yerin dışındaki yerlerin ışığı değişmez. Böylece renkler delikte karışmazlar, ancak

lamba ve üzerine renkli camların ışığının düştüğü beyaz yoğun nesne arasında bulunan havanın saydamlığında karışırlar ve bundan sonra da seçilmezler, ya tek bir renk olarak ya da biri diğeriyle karışmış olarak görünürler.

2) Celidiyenin saydamlığının suretleri kabul etmemesi, diğer saydamlarda ve geriye kalan tabakalarda olduğu gibi değildir. Çünkü bu tabaka suretlerle duyarlı hale getirilen hava aracılığıyla suretleri kabul edebilmektedir. Aynı zamanda kuvvetli ışıkla meydana gelen etkiden dolayı da acı duymaktadır. Yine bu tabaka her türlü duyumun alındığı bir mekandır. Ancak Güneşin yoğun ışığına benzer bir ışığa maruz kaldığında bu etki ortadan kalkar. Hatta böyle bir durumda bu tabakada yoğunlaşma oluşur ve muhtemelen geriye renkli opak bir şey kalır. Tıpkı gözün Güneşin ya da çukur aynada yansıtılan ışığın karşısında açıldığında, yüksek sıcaklık ve yakıcılıkta ortaya çıkan ve çok bilinen, kısas durumunda olduğu gibi. Böyle bir durumda göz tamamen etkisiz hale gelir. Çünkü sıcaklık onu yakar ve kireçleşmiş olur. Tıpkı olağanüstü sıcaklıkta kızartılan ya da pişirilen etin gittikçe beyazlaşması durumunda gözlemlediğimiz gibi. Böyle bir durumda geriye kalan saydamlık hiçbir şekilde renklerin ve ışıkların izlenimlerini alamaz. Bunun açıklaması daha önce yapılmıştı.

3) Duyularımızla algıladığımız manalar [görsel nitelik] çok çeşitlidir. Ancak tümevarımla bunların kapsamı 22 tane olur. Bunlar: ışık, renk, mesafe, konum, kütle, şekil, büyüklük, ayrıklık, bitişiklik,

sayı, hareket, sukunet, katılık, yumuşaklık, saydamlık, opaklık, karanlık, gölge, güzellik, çirkinlik, benzerlik ve farklılıktır.

4) Görmenin oluşması için, ışığın karniye tabakasından nufuz ettikten sonra doğrusal olarak yayılması yeterli olmaz, ancak ışık konisinin ekseninde bulunan ve sureti taşıyan ışınla görme oluşur. Çünkü bu ışının dışında kalanlar kırılırlar. Bu bilimin uzmanları buna kırılma adını vermişlerdir. Bununla ilgili ayrıntılı bilgi inşaallah daha sonra gelecektir.



ALTINCI BÖLÜM

Görme kusurları hakkındadır ki bunlar, Tanrı'nın yaratmasından dolaydır. Göz baktığı nesneyi dokuz şekilde algılar. Bunlardan birincisi ortalama uzaklıktır. Kusurlar incelendiğinde ise on türlü olduğu görülür. 1 ve 2) ortalama uzaklık, 3) konum, 4) ışık, 5) miktar, 6) opaklık, 7) göz ve nesne arasındaki ortamın saydamlığı, 8) gözün sağlığı 9) zaman, 10) Algılananın kendisine yönelmek

Birincisi, uzaklığın gözün baktığı nesneye yakınlaşması durumunda ortalama olmasıdır. Örneğin saç ya da post kılının kalınlığı kadar.

İkincisi, uzaklığın gözün baktığı nesneden uzaklaşması durumunda ortalama olmasıdır. Bu durumda uzaklık bir **fersah**,³²³ bakılan nesne de bir çivinin başı kadar ise, bu şartlarda bu nesnenin büyüklüğü ise büyük

³²³ Değişik mesafelere karşılık gelen bir uzunluk ölçüsü. Örneğin denizde üç millik bir mesafedir. Gerçekte mil 1609.35 metrelik bir uzunluktur. Deniz mili ise 1852 metredir. Bu anlamda fersah mil olarak $1609.35 \times 3 \cong 4828$ metre ederken, deniz mili olarak da $1852 \times 3 = 5556$ metrelik bir mesafeyi belirtmektedir. Ancak bu uzunlukların dışında birçok ülkenin adıyla anılan değişik pek çok uzunluğu belirten fersahlar da vardır. Örneğin;

İngiliz fersahı:	5569 metre
İspanyol fersahı:	5602 "
İspanyol Kraliyet fersahı:	7666 "
İsviçre fersahı:	4480 "
Portekiz fersahı:	6180 "
Prusya fersahı:	7407 "

'lik bir mesafeyi belirtmektedir. Bkz., *Meydan Larousse*, Fersah maddesi, cilt 7, s. 43.

bir dağın görünen büyüklüğüne eşdeğerdir. Burada görüntüsten kastedilen anlam da o nesnenin, dağın göz önüne gelmesi zirvesi, yerden yüksekliği ve bütünlüğünden başka birşey değildir.

Üçüncüsü, görme durumunda bakan ve bakılan arasındaki özel konumdur.

Dördüncüsü, görünen nesne üzerine ışığın parlaması ve bundan dolayı o mahalde gözün görememesi.

Beşincisi, görmenin belirginleşmesi için uygun miktarda bir hacmin bulunması.

Altıncısı, görünen nesnenin opak olmasıdır. Bu opaklık ya yoğun bir şeydir ve görünmeyi sağlar; ya da saydam bir şeydir ve yine görünebilir; ancak bu durumda nesnenin saydamlığı gözün saydamlığından daha fazladır. Bu durumun su içindeyken oluşan görmeyi de kapsayıp kapsamadığı hava ile denenemez. Göz saf billur gibi sudan daha yoğun olan nesnelere algılar.

Yedincisi, göz ve bakılan nesne arasındaki saydam ortamdır. Varlığı varlıktan uzaklaştırmak onun yerine yokluğu getirmek anlamına gelmez ve onlara göre, her hangi bir çıkarımla, boşluk vardır ve bunun da bir nedeni ve şartı vardır. Oysaki, biz ışığın bir ilinek olduğu ve bir yere gereksinim duyduğu konusunda şüphe olmadığını söylüyoruz. Boşluk yoktur ve yokluk onun yerine ikame edilemez. İlinek olarak onun yerine ikame edildiği için saydam ortam gereklidir.

Sekizincisi, göz sağlığı hakkındadır. Eğer gözler bozulursa görme tamamen ortadan kalkar. Gözler bazen, her hangi bir şeyle karışmış renkli ve yoğun buharlar içeren doluluk gibi bazı nedenlerle yaşanırlarsa, daha sonra söz edileceği gibi, böyle durumlarda da görme ortadan kalkar.

Dokuzuncusu, takdir edilen belirli bir zamanda algının gerçekleşmesidir. Bu durumda algının oluşması, görünen nesnenin suretinin orada kalıcılığıyla [daimiliğiyle] mümkündür.

Onuncusu, insanın yönelimidir. Algılanana yönelinildiğinde ne kadar çok gaflet, dalgınlık ya da uyku hali sözkonusu ise ve bu durumda gözönünde de bir şeyler olup gidiyorsa göz onları inkar edecektir. Eğer bu durum sabit olursa, bu nedenler de bilinirse ve gözlerden bir tanesi de ortalama bir şekilde açılırsa bu açılma arasında bir hata meydana gelir. Bu açılma daraldıkça bu nedenlerden her biri makalelerin düzenine uygun olarak sıralanır. Bu makalelere gelince:

1 ve 2) Uzaklığın arttığı yöndeki ortalama uzaklıkta, ışık makalesi gereği, ateş yağmurunun, göktaşının ve meteorun bir gezegen olarak görünmesi gerekir. Eğer sabit bir ışık, bir lamba ışığı ya da ağır ağır seyretmekte olan bir şeyin ışığında bakılırsa bu görüntüler yok olur. Bu örnekteki ışıklı nesnelere bu ışıklara benzer ışıklar altında net olarak algılanamazlar. Diğer makaleler gereği, yakınlaşma yönündeki ortalama uzaklıkta ise (görme) konisi açısının büyümesinden dolayı (bu nesnelere) büyük bir hacim (kebr el-hacim) olarak görünmesi gerekir.

Bu açı belki de celidiyenin yüzeyinde bulunan gözbebeğinin gerektirdiği açıdan daha büyüktür. Bu büyüme arttıkça, ona bağlı olarak önce nesne belirsizleşir ve sonunda da seçilemez hale gelir ve ondaki ışık, renk, biçim ve geriye kalan bütün manalar bir birine karışır.

Renk makalesi gereği, adenoid (lenf bezi) lerden ve bunların dışındaki çeşitli çok ince renkli birbirine yakın çubuklar şeklinde uzayan nesnelere oluşmuş renkli bir et bu renklerden oluşan tek bir renkli nesne olarak görünür. Yine renksiz olan bir nesne de gökyüzü gibi renkli görünebilir. Bunun sebebi ayırdedebilecek kuvvetin bulunmamasıdır. Tıpkı karanlık bir yere nufuz eden kuvvetli bir beyazlığın siyah bir leke olarak görünmesi, ya da bu yüzeyde bulunan rengin soluk olarak görünmesi gibi. Eğer gölgenin üzerine Güneş ışığı düşerse, bunun aksi olur, yani karanlık daha kuvvetli, gölge de siyah ya da solgun bir leke olarak görünür.

Uzaklık makalesi gereği, gerçekte birbirinden uzakta bulunan Deberan ve Venüs gibi iki yıldız, aralarında binlerce fersah mesafe olmasına rağmen, birbirine yakınlaşıyor ya da bitişiyormuş gibi görünürler. Göz ve bakılan nesne arasındaki ortamın saydam olması dolayısıyla nesnelere boyutları birbirine girer ve karışır. Bundan dolayı göz baktığı nesnenin uzaklığını belirleyemez. Ancak, eğer göz ile o nesne arasında bilinen belirli bir uzaklıkta birbirini izleyen yoğun nesnelere varsa, bu durumda göz ortalama konumunun dışında olsa dahi, o nesnenin uzaklığı belirlenebilir. Yine birbirinden uzakta bulunan iki nesnenin uzaklaşma konumları eğer koni ekseninin doğrultusuna

yakınsa, bu durum da iki nesne arasındaki görünen uzaklık açısı, ikisi arasında bulunan gerçek uzaklık açısından daha küçük olur, ta ki bu iki nesne bir hizaya gelinceye ve biri diğerini örtünceye kadar. Bu durumda bunların sözkonusu edilen yoğun nesne üzerindeki konumları belirlenemez. Çünkü bu durum koni eksenini doğrultusunda meydana gelmektedir ve bundan dolayı da onların benzeşmeleri ve boyutlarının iç içe geçmesi gerekir.

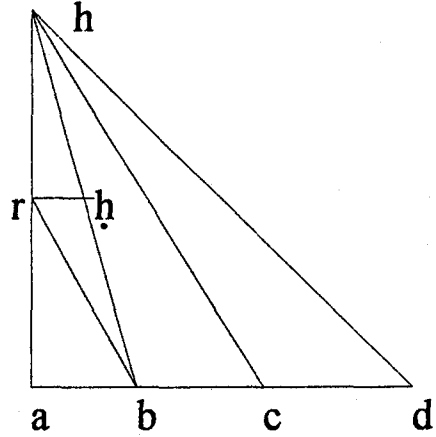
Konum makalesinde ise, bir yöne ya da tersine doğru eğimli bir yüzey, kendisi aracılığıyla görmenin olduğu ışın konisinin eksenine dik olduğu zannedilen yönde görünür. Bunun sebebi de iki uzaklığın birleşmesidir.

Kütle ve büyüklük makalelerinde ise, iki eşit şeyden daha yakından olanı uzak olandan daha büyük görünür.

Sözkonusu edilen miktarlar, AD çizgisi üzerindeki AB, BC, CD eşit uzunlukları olsunlar. Göz merkezi de H olsun. Bunlardan göze daha yakın olanı AB'dir. Biz diyoruz ki, $AB > BC$ ve $BC > CD$ 'dir. Bunu şöyle kanıtlayabiliriz: HA, HB, HC, HD çizgilerini çizelim ve B'den HC çizgisine koşut BR çizgisini çıkaralım. Bu durumda $AB/BC = AR/RH$ olur. Ayrıca, $AB = BC$ ve $AR = HR$ ve $BR > HR$ 'dir. RHB açısı $>$ RBH açısından ve onun eşdeğeri olan BHC açısından. AB, BC'den ve BC, CD'den büyük görünürler. Aynı şekilde AB'de CD'den çok büyük görünür. Bu da bizim göstermek istediğimizdir. Daha sonra AB'ye koşut RH'yi çıkaralım. $RH = AB/2$ 'dir. Çünkü $HR/AH = RH/AB$ 'dir.

$HR=AH/2$ ve $R\dot{H}=AB/2$ 'dir; ve bu ikisi $[R\dot{H}$ ve $AB]$ tek bir açı altında görünmektedirler. Bundan dolayı görünüşte bunlar eşit olsalar bile gerçekte biri diğerinin yarısı kadardır.

Bu ikisi iki çizgi olarak görünürler. Eğer bunlar iki yüzey iseler, ve onlardan birisinin çapı diğerinin çapının yarısı kadar ise, alanı da onun alanının yarısı kadardır. Yani yarısının yarısı kadar. Eğer dörtte bir olursa, bu durumda sürekli olarak iki katı yani dörtte birinin dörtte biri olur. Bununla birlikte göze iki eşit



şey olarak görünürler. Bu durumda kütlelerin parçalarına oranının da sürekli olarak küp şeklinde olacağı da açıktır. Onun yarım olması için oranın yarımın yarımının yarısı olması gerekir. Yani sekizde bir. Dörtte bir olması durumunda ise oranın altmışdörtte bir olması gerekir. Yani dörtte birin dörtte birinin dörtte biri. Bu durumda, Güneşin kütlesi görünüşte Ayın kütlesi kadar olur. Bundan dolayı da Ayın kütlesinin Güneşin kütlesine oranı birin bine oranından daha küçük olur. Bunun sebebi ise açının dar olmasıdır. Öyle ki, celidiye tabakasının yüzeyinde görünen konik üçgenin kenarlarının konumu ortalama uzaklıkta ortadan kalkacak kadar, hissedilir bir noktadan daha küçük olur.

Şekil makalesinde ise, gerçekten çok uzun olan bir silindir, eğer bir tarafı göze yakınsa, uzunluğundan dolayı koni şeklinde görünür. Bunun nedeni görünen uzaklığın küçük olması ya da tamamen yok olmasıdır.

Tümsek ve çukur yüzeyle her biri de düz bir yüzey olarak görünür. Bunun nedeni de, daha önceden geçtiği gibi, uzaklığın büyümesidir. Dörtgen, dairesel ya da bunların dışındaki düz bir yüzey, eğer yüzeyin çaplarından birisi görmenin olduğu koni eksenine tam intibak ediyorsa, düz bir çizgi şeklinde görünür. Bu durumda nesnel bir halka düz bir kesit olarak görünür. Bunun nedeni de, bu anlamda bütünüyle koni ekseninin yer aldığı yüzeyde bulunmasıdır. Bu örnekte olduğu gibi, seçilemez ancak boyutları belirlenebilir; ve bu konum derecelenmesini gerektirir, teşhisini gerektirmez. Eğer teşhisi sağlayan konumda eğriler bulunursa, belki de görünüş dairesel olur ve bunun sebebi de onun açılarının bütününe oranından küçük olmasıdır. Açık ki, küçük olan büyük olandan daha önce ortadan kalkar. Aynı şekilde, parça da bütünden önce ortadan kalkar. Bu şekil, bu iki açının yokluğundan dolayı bir fiil dairesel olur. Bundan dolayı, ortalama uzaklıkta farklı görünür.

Ayrıklık ve bitişiklik makalelerinde, üzerinde farklı renkli parlak uzun şeritler şeklinde çizilmiş çizgiler bulunan renkli bitişik bir nesne soluk renkli görünür. Yine, aralarında açıklık bulunan yanyana dizilmiş levhalar da birbirine bitişmiş tek bir nesne olarak görünür. Bunun birinci sebebi, renklerin parlaklığının boşlukları görünmez kılmasıdır. İkinci sebebi de, bu uzaklıkta levhalar arasındaki mesafenin ortadan kalkması, ancak bütünün gözden kaybolmamasıdır. Bu husus sayı makalesinin konusudur.

Hareket ve sukunet makalelerinde ise, yıldızlardan birisi gibi, gerçekte hareketli olan bir nesnenin sakin görünmesidir. Bunun sebebi de hareketli olanın diğerine göre aldığı mesafenin çok küçük olmasıdır. Çünkü onun katettiği yay görünen üçgenin kenarlarına nisbetle algılanır ve bu da hissedilemeyecek kadar küçüktür. Sakin olan bir nesnenin hareketli görünmesi hakkındaki açıklamalar ise inşallah ileride gelecektir.

Katılık ve yumuşaklık makalelerinde ise, katı olan yumuşak görünür. Bunun sebebi de kendisi aracılığıyla katılığın oluştuğu bu ince mananın gizlenmesidir. Yumuşak olan da katı görünür. Ustaca yapılmış bir surette zannedildiği gibi. Örneğin Kirpinin dikenleri, ipek bir tel, uzun biber teli veya bu anlamda benzeri diğer şekillerde olduğu gibi. Bu durumda eğer suret yumuşak bir yüzey üzerindeyse, orada katılık yoktur. Bunun sebebi de, suretin benzerliğin kuvvetinden dolayı orada bulunan katılığa sahip olduğunun zannedilmesidir.

Saydamlık ve opaklık makalelerinde ise, parlak beyaz bir nesnenin saydam billur gibi görüneceği sözkonusu edilmişti. Bunun aksinde ise, yani belirli bir uzaklıkta billur gibi görünen bir nesne de beyaz opak bir şey zannedilebilir. Bunun sebebi de ortalama uzaklıkta müdrikenin bu iki nesne arasında ayırım yapamamasıdır. Bu hususta diğer saydam nesnelere delalet eden kırılma problemlerinde ele alınacaktır. Burada kastedilen nüfûz etme, ışıkların mutlak nüfûzu değil, özel bir nüfûzdur.

Karanlık ve gölge makalelerinde ise gölge olan karanlık, karanlık olan da gölge görünür. Bu problem renk meselesinde sözkonusu edilmişti.

Güzellik, çirkinlik, benzerlik ve ayrıklık makalelerinde ise birşey, kendisindeki kısımların bazılarını niteleyen niteliklerin zıddıyla görünür. Geriye kalanların bir kısmı da kendilerinin zıddıyla nitelenir. Bazı renkler zayıflamış olur, ve zıt renkler de ya parlak olurlar ya da bazen latifliğinden dolayı zıt bir mana ile sağlamlaştırılmış olarak görünürler. İki sıfattan biri kaybolduğunda diğeri açığa.

3) Işık makalesinde sözkonusu edilen müşerref konum, eğer eğimi müşerref olan bir yüzeyse, ve bu yüzey üzerine birbirine yakın çok sayıda lamba yerleştirilmişse, koni ekseni doğrultusunda bulunmalarından dolayı, mumların arasındaki mesafenin içiçe geçmesi nedeniyle, bunların alevlerini, bakan kimse tek bir ateş parçası olarak görecektir. Ateşin renginin açılmasıyla, bunların arasındaki açıklıktan geriye kalan miktarda azalmış olur.

Renk makalesinde ise, ortalama bir uzaklıktaki, renkli bir yüzey eğim kazanırsa, bu durumda renkler solgunlaşmış olur ve saf renkler de karışmış olarak görünürler. Bunun nedeni eğimle birlikte, yüzeyin koni eksenine dik olan konumunun görünüş açısının darlaşmasıdır. Bu da, yüzeyin rengini taşıyan ışığın oraya ulaşması ve yığılmasından kaynaklanır. Bu sebeple, küresel bir yüzeyde ve gözün tam karşısında bulunan tek renkli bir nesne parlak olarak görünürken, o yüzeyden

uzaklaştıkça gözün karşısındaki konumunun kazandığı eğimden dolayı solgunlaşmış görünür. Uzaklık makalesin de ise bu daha önce açık olarak belirtilmişti.

Konum makalesinde ise, eğimi ortalama olan bir yüzey üzerinde eğimli küçük bir nesne var ise, bu durumda bakan kimse, bu nesneyi eğik düzlemde eğik olmayan bir şekilde görür. Eğer o nesnenin eğimi yüzeyin eğim yönünün tersindeyse bu durumda nesne üzerinde bulunduğu eğik düzlemin eğimliliğinden daha çok eğik görünür ve her iki eğim tek bir yönde birleşmiş olurlar. Bunun sebebi de, eğimin ya yeryüzüne ya da eğik düzleme itibarla tek bir hat oluşturmasıdır. Eğimin ortalama olmasından dolayı da, nesnenin yüzeyindeki noktalar ve kısımlar koni eksenine doğru yaklaşır. Nesnelerin yaklaşması ve benzeşmesi hususunda, eğik düzlemin eğimliliği konusunun salt göz algısıyla incelenmesinde pek çok şüphe ortaya çıkabilir.

Kütle makalesinde ise, bir tuğla ve duvar karşı tarafından yan yana olduğundan daha büyük görünür. Mercek gibi nesnelere de durum aynıdır. Çünkü mercek çevreden, şişkin kısmından görüldüğünden daha küçük görünür. Aynı şekilde büyük sütunlar temellerinden bakıldığından küçük nesnelere olarak görünürler. Bunun nedeni de açıktır.

Şekil makalesinde ise eğimli yuvarlak bir halka, ve benzer şekilde ağzı yuvarlak bir tas veya bir kase basık elips olarak görünür. Bunun nedeni, onun çapının, üzerinde bulunduğu koni eksenine dik ve eksen doğrultusunda da olduğundan daha kısa olarak algılanmasıdır. Aynı

zamanda bu çapın her iki yönündeki sağ ve sol kirişler de kısalmış görülecektir. Bu durumda bu yuvarlaklık [tas ağzı vs.] yayvan olarak görünür. Eğim artıkça yüzey de tek bir düz hat gibi görünmeye başlar. Bu nedenle eğimi artırılan her yüzey eğimin tersi bir yönde yayvanlaşır. Bu konumun tersinde ise elips daire olarak görünür.

Büyüklik makelesi, birbirine eşit iki uzunluktan, konum olarak daha uzakta olanı, yakında olanından daha kısa görünür. İkisi yakınlaşırlarsa, daha yakında olanı daha uzun görünür; diğerinden daha kısa olsa bile. Bunun açıklaması da geçmişti.

Ayrıklık makalesi, daha önce anlatılanlar yeterlidir.

Bitişiklik makalesi, düz bir yüzeyin eğimine göre, o yüzeyin üzerine, ayrı ayrı konulmuş eğimi fazla olan nesnelere bitişik görünürler. İsterse uzaklık yukarıda belirtilenden daha fazla olsa bile koni eksenine yakın olması dolayısıyla bitişik görünürler. Bu açıklama yeterlidir. Sayı makalesi de buraya girer.

Hareket ve sukunet makaleleri, eğer birbirinden uzakta iki suret var ise, gözde bir yönden bu ikisinden uzakta ise ve gözlemci de hareket halindeyse, bu durumda o iki nesne durağan olmalarına rağmen, daha yakında olanı hareket yönünün tersinde, uzakta olanı da hareket yönünde hareket ediyormuş gibi görünür.

Katılık ve yumuşaklık makaleleri, büyüklik makalesinde geçenler yeterlidir.

Saydamlık ve opaklık makaleleri, düz bir görünüşte bir hata meydana gelmez. Ancak camdan yapılmış bir levhaya bakan bir kimse onu bütünüyle opak olarak görebilir. Bu da o nesnenin parçalarındaki opaklıktan başka bir şey değildir. Eğer o nesnenin saydamlığı tam olsa bu durum sözkonusu olmazdı. Belki, saydamlığın tam olması durumunda da böyle bir şey olabilir, ancak bu kırılmayla olan ilineksel bir şeydir. Bununla ilgili ayrıntı ileride gelecektir.

Gölge ve karanlık makaleleri, bu konuda da daha önce anlatılanlar yeterlidir.

Güzellik makalesi, eğer güzel bir yüz, sırtüstü yatar gibi eğimli bulunuyorsa, ayakları tarafından bakıldığında, genişlemiş gibi görünür. Burnu da kısalmış gibi olur ve hatta burnunun tavşancığı neredyse görünmez olur. Bu da açıktır. Yaradılışında eksiklik olan da çirkin görünür.

Çirkinlik makalesi, eğimin, uzun bir şeyi kısa, ayrı olanı da bitişik görünmesini gerektirdiğinden; eğer, iki nitelikten (güzellik ve çirkinlik) görünen çirkinlik niteliği ise bu konumda güzel görünecektir.

Benzerlik ve farklılık makaleleri, güzellik ve çirkinlikte anlatılanlar yeterlidir.

4) Işığın çıkışının kuvvet yönünde olması; ışık makalesine göre, yıldızların ışığı gibi yalnızca geceleyin görünen nesnelere, üzerlerine Güneş ışığı düşüp parladığında, görünmez olurlar. Ateş böceğinde ve bazı deniz hayvanlarında görünen ışık bunun güzel bir örneğidir. Eğer bu

tür nesnelere gündüzleyin görünmezlerse, bakan kimse onların yok olduğunu zanneder. Oysaki, eğer bu durum, ışığın parlama yönünde oluyorsa o zaman sadece bu nesnelere gözden gizlenmesi gerekir, yok olması değil. Eğer kuvvetli bir yayılım olursa, bu durumda zayıflamayla birlikte, duyumunda ortadan kalkması gerekir. Büyük bir atışe yaklaştırılan lambanın alevinde de durum aynıdır.

Renk makalesinde ise, eğer ışık renkli bir şeye doğru çıkarsa, bu durumda bu rengin gözlenmesi gerekir. Eğer bir zayıflama sözkonusu olursa, bu durumda lambanın ışığı orada bir renk ortaya çıkarmaz ancak yalnızca saf dağılmış bir sarılık oluşturur ve bu sarılık beyaz olarak görünür.

Ortalama uzaklık makalesinde, eğer ışık kuvvetlenme yönündeysen, asla hata olmaz; eğer zayıflama yönündeysen, o zaman mana da bir belirsizlik ortaya çıkar ve hata meydana gelir.

Konum makalesinde ise, eğer ışığın konumu bakan kimsenin karşısında bulunan her yanı aynı beyazlığa sahip beyaz bir yüzey yönündeysen ve bu yüzeyde çukur ve tümsek kısımlar var ise, görünen nesnenin yüzeyinde bulunan ışık algılanamaz, ancak, tümsek yerler bu durumda parlak beyaz, çukur yerler de solgun beyaz görünürler. Bu renk çeşitliliği ışığın, tam karşısında bulunan yöndeki parlaklığının kuvvetlenmesi ve en uzakta bulunan yöndeki parlaklığının kuvvetlenmesi ve en uzakta bulunan yöndeki parlaklığının şiddetine yaklaşılmasından kaynaklanır ve orada tümsek yerler ışığın gelme yönüne çukur yerlerden

daha yakındırlar ve bu konumdaki parlaklık, iç bükey yerlerin gölgelenmesine neden olur. Bu da o levhanın üzerine düşen ışığı farklılaştırır ve bundan dolayı da rengin [de] değişik olduğu zannedilir.

Kütle, şekil ve büyüklük makalelerinde ise, ışığın, zayıflama yönünde çıkması durumunda, çok sayıda eğriler görünür ve yuvarlak ya da yuvarlaklığa eğimli bir tepe oluşur. Aynı şekilde, bir küre de düz bir yüzey olarak görünür. Bunun sebebi de ışığın parlaklığının zayıflamasıdır. Bu da delik kısımların manasının şüpheli olmasını gerektirir ve belki de onların gözden kaybolmasını gerektirir.

Bitişiklik, ayrıklık ve sayı makalelerinde ise, kuvvetlenme ve zayıflama yönlerinde ışığın çıkmasıyla ortaya çıkan şey onun paralelinde bulunan şeyle kıyaslanarak bilinir.

Hareket ve sukunet makalelerinde ise, ışığın çıkışının zayıflama yönünde olması hareketli bir değirmenin sakin görünmesini gerektirir. Aynı şekilde, eğer değirmenler çoksa ve onlardan her biri tek bir renge sahipse ve onlardan bir yöndekini diğer yöndekinden ayırdedecek bir işaretle yoksa bazısı hareketli bazısı da sakin görünürler ve sesleri de birbirine karışmışsa ve hareketi sağlayan çark da suyun altında saklanmışsa, bu durumda onları hareket ettiren şey görünmez ve belkide hareketli olanın sakin, sakin olanın da hareketliliği şüpheli bir hal alır. Geriye kalan makaleler de ise ışığın zayıflamasından dolayı bir hata meydana gelir ve bunun nedeni de açıktır.

5) Miktarın çıkışı; ışık ve renk makalelerinde. Eğer, bir kandil [alevi] çok büyük bir ateşe doğru ortalama olarak yakınlaştırılırsa, [kandilin] alevinin görülmesi mümkün olur. Aynı şekilde çok parlak renkli büyük bir nesneye doğru küçük bir nesne ortalama olarak yakınlaştırıldığında bu küçük nesne büyük nesnenin rengini alır ve görünmesi mümkün olur. Eğer bunlar münferit olurlarsa, alev ve küçük nesne görünmezler.

Uzaklık makalesinde ise, yayılım eğer büyüklük yönünde ise ve ortalama uzaklıkta bulunan iki büyük nesne birbirlerine yakınlaşıyorlarsa, bu durum da bunların arasında bulunan uzaklık buldukları durumun tersi bir şekilde algılanır. Çünkü, dağ gibi büyük bir nesnenin görünmesi için gerekli olan ortalama uzaklık bir dağ ile başka bir dağ arasında bulunan uzaklığın miktarına nisbetlidir; ve eğer bu yayılım küçülme yönünde olursa bu durumda gözün baktığı nesneyi teşhis etmesi mümkün olmaz.

Konum makalesinde, eğim, nesnenin büyüme ya da küçülme yönlerinde bulunan eğim miktarına bağlı olarak, düz bir çizgi olarak görünür.

Kütle makalesinde, birbirinden farklı iki şey birbirine eşit iki şey olarak görünürler. Çünkü, farklılık iki koninin taban çaplarına bağlı olarak ortaya çıkar. Eğer, ortaya çıkan farklılık hissedilemeyecek bir miktar kadarsa, bu durumda kütlede çok sayıda farklılaşmanın ortaya çıkması gerekir. Daha önce pek çok kez yinelendiği gibi, kürenin küreye

oranı çaplarının oranları gibidir. Küplerde ve benzeri şeylerde de durum aynıdır, Belki de iki nesneden bir tanesi koninin ekseni doğrultusunda bulunandan daha çok küpleşir ve çapları da eşit olur. Bu farklılık çok olsa bile hissedilemez ve bundan dolayı eşit görünürler. Küçülme yönündeki çıkmanın nedeni de aynıdır. [ve biri diğerinin nedeniyle nedenlenir.] Örneğin bir haşhaş küçük olmasından dolayı hissedilemez ve bunun nedeni de açıktır.

Şekil ve büyüklük makalelerinde ise, kenarlar, etrafa doğru uzaklaşmalarının gerektirdiği miktara bağlı olarak yuvarlak olurlar. Bu problemin incelemesi daha önce geçmişti. Boyları bakımından farklı olan iki şey boylarındaki ortalamalıktan dolayı eşit görünebilirler. Ancak böyle iki şeyin benzerliğinin kıyaslanmasını sadece göz algısıyla yapmak kolay değildir.

Bitişiklik, ayrılık ve sayı makalelerinde, daha önceden de geçmiş olduğu gibi büyük bir şey ortaya çıkmaz.

Hareket makalesinde, yayılımın büyüme yönünde olması durumunda, eğer görünen yüzey yoğun yağmurun, rüzgarın ve ya bunların dışında bir şeyin oluşturduğu [bir] dalgalanmanın olmadığı durgun [yüzeyli] bir su yüzeyi gibi parlak bir yüzeyse ve hareketin başlangıcı ve bitimi de görünmüyorsa, bu durum da o sakın görünür. Çünkü hareket ancak bir taraftan diğerine intikal eden, ya da o nesnenin yüzeyinde oluşan dalgalanmaya veya nesnenin bir tarafının diğeriyle aynı hizaya gelmesine bağlı olarak ortaya çıkan [değişimle] hareketle

hissedilir. Bunlardan herhangi birinin varlığı da zorunlu olarak gerekmez.

Geriye kalan makalelerde, daha önce geçmiş bulunan ve analizi yapılan bir hata meydana gelebilir.

6) Yoğunluğun çıkışı, bir hatayı gerektirmez, aksine o nesnenin bütün ayrıntılarıyla (niteliklerinin tümüyle) görünmesinin gerçekleşmesini artırır.

7) Saydamlığın çıkışı, bundan kastımız ışıkların, saydam bir şeyin içine girdiğinde algılanamaması gibi, mutlak olarak gözün algılayamayacağı miktarda bir saydamlığın çıkmasıdır.

Işık makalesinde, Güneş gibi kendinden ışıklı büyük bir nesnenin, çok uzağında bulunan yıldızları örtecek derecede saydamlık yayacağından şüphe yoktur. Bu örtülmeden dolayı göz bu nesnelere algılayamaz ve onların karanlık olduğu zannedilir. Tıpkı ayın örtülmesinde olduğu gibi.

Renk makalesinde, saydamlığın dışında, bu saydam şeyin renkli olduğu zannına yolaçan, bir renklenme de sözkonusudur ve bunun sebebi de bellidir.

Uzaklık makalesinde, düz, saf bir cam ya da bir mercek, ötesinde bulunanı ya uzaklaşmış, ya yakınlaşmış, ya da bunların arasında ki bir uzaklıktaymış gibi gösterir ve göz onu algılar. Bu uzaklıkta bakan bir kimse için yoğunluk ortadan kalkar. Bu durum kırılma problemlerinden biridir ve bunun nedeninin incelenmesi ileride gelecektir.

Konum, kütle ve şekil makalelerinde ise, çok sayıda hata vardır ve bunların yeri de yine kırılma problemleridir.

Bitişiklik, ayrıklık ve sayı makalelerinde ise, yüzeyinde çizgiler veya hatlar bulunan bir nesne, bu çizgiler veya hatlar, çok ve saydam olmalarından dolayı, tek bir şeymiş gibi görünürler. Yani bu çizgiler veya hatlar ortadan kalkmış gibi olurlar. Burada anlatılanlar aynı şekilde sayı makalesi için de geçerlidirler.

Hareket makalesinde, eğer en üst derecede bir saydamlık sözkonusu ise, şekillerin dışında orada bulunan renkler, sağa ve sola doğru yapılan her hangi bir hareketle oluşan dalgalanmadan dolayı, solgunlaşırlar ve tıpkı Belkıs kıssasında sözkonusu edilen dalgali su gibi görünürler.

Sukunet makalesinde ise, iki kutbu üzerinde hareket eden saydam bir küre, eğer üzerinde bir şekil, bir toz ya da konumunu belirleyecek herhangi bir şey yok ise, sakın görünür.

Katılık ve yumuşaklık makalelerinde, saydamlığın çıkışı ile ilgili herhangi bir ize rastlanmaz.

Opaklık ve saydamlık makalelerinde, eğer saydam bir nesnenin arkasında başka bir renkli saydam ya da opak bir nesne var ise, bu durumda bakan kimse bu ilk saydamı opak ve renkli olarak görür. Eğer bu türden herhangi bir belirti yok ise, bu durumda o ikisi tek bir şey olarak görünür.

Şair dediki:

Cam inceldi, şarap şahane göründü.
 Birbirlerine benzediler; durum karıştı.
 Sanki şarap var bardak yok,
 Ve sanki bardak var şarap yok.

Gölge ve karanlık makalelerinde nesnelere görülememesinden dolayı bir şey ortaya çıkmaz, ancak kırılma yoluyla ortaya birşeyler çıkabilir ve bunun incelenmesi de daha sonra gelecektir. Diyorum ki, derin sular mavi ya da yeşil görünür; Eğer derinlik daha da artarsa, renk süslü bir görünüş alır, bu durum en iyi şekilde dalgıcın derinlere dalmasıyla bilinir. Saydamlığın ve saf suyun saydamlığının çıkışı hususunda ise şunları söylüyorum: Yersel bir cevhere bakıldığında, saf bir su yükseldiğinde bünyesinde bulunmayan bazı nesnelere de onunla birlikte açığa çıkarlar. Tıpkı deniz suyu yükseldiğinde, bu yükselmeye bağlı olarak o oranda da tuz ve diğer nesnelere yükselmesi gibi. Ben, içerisinde tıpkı bir mermerde görülen renkli damarlara benzer gölgeler ve karaltılar bulunan tuzlu deniz suyundan elde edilen bir tuz gördüm. [bunu dikkate almayın] Tuz parçacıkları toprakla karışmış durumdadırlar. Eğer, bunların içine çok parlak ışıklar girerse, ortaya renk çıkar. Bazı kimseler renklerin karanlık ve aydınlığın karışımından oluşmuş bir bileşim olduğunu ve bunların da renklerin aslında bulunduğunu düşünmektedir. Aynı şekilde suyun içine dağılmış bulunan yere ait parçacıklar da suyun karanlık görünmesine neden olur.

Geriye kalan diğer makaleler, bu hususların araştırılmasında çok dikkatli olduğunda, güzelliği, çirkinliği, benzerliği ya da ayrıklığı

gerektiren bir renkle birleşme olmadığı sürece herhangi bir belirti ortaya çıkmaz. Eğer çıkarsa bu onun şekline girmesinden dolayıdır; saydamlığın yok olmasından dolayı değildir.

8) Gözün sağlığını yitirmesi, yani gözün görme gücünün zayıflaması. Eğer gözde bir donuklaşma olmazsa, onun görme gücü kuvvetini yitirmez. Bu bölümde ve diğer makalelerde ele alınan göz kusurlarının bakan (gören) kişiye ait olan bir hasardan dolayı oluşmuş olduğu bilinmelidir.

Hafeş, ya da **Cehr** (Echeru) adı verilen gündüz körlüğü, ki buna Farsça **ruzkorî** denir, bu hastalıklardan biridir. Burada alginın zayıflaması sözkonusudur ve bu durumda ortalama uzaklığın gözün tam görebilmesi için göze nisbetle ortalama uzaklık olması gerekir. Gözün üzerine bir örtü gelirse, mana da çoğalma olur ve hata meydana gelir. Eğer gündüzleyin kuvvetli bir aydınlığa çıkarsa görme gücündeki zayıflama artar.

İşa, bu gündüz körlüğünün tersi bir hastalıktır. Yani geceleyin görememe durumudur. Buna Farsça **şebkur** denir, ve gece körlüğü anlamına gelir.

Havel, şaşılık yani göz kayması ise tabii konumunun dışındaki bir yöne doğru iki gözün sınırlarının herhangi bir şekilde çekilmesiyle gözün kaymasıdır. Bu çekilmeden dolayı tek bir şey iki şey olarak görünür. Bu kayma belirli bir hizaya geldiğinde bu ikili görüntüde de bir sıralama olur. Ancak onlardan birisi diğerinde daha yüksekte görünür.

Hayalat, bu da yumurtamsı sıvının katılaşması (bulanıklaşması) sonucu oluşan bir hastalıktır. Eğer bu sıvı saydam halde bulunursa, böyle bir durumda bulunan kimse evreni, aynı zamanda bir mekanı ya da mekanları suyla doluymuş gibi görür. Eğer bu tabaka (sıvı) opak halde bulunuyorsa, böyle bir durumda bulunan kimse nesnelere, renk ve şekillerine bağlı olarak tel tel iplik şeklinde ve sanki sinekler uçuyormuş gibi görür. Benzer bir durum gözün **ķarniye** tabakasındaki bir yırtılma durumunda da ortaya çıkar ve o kimse sanki gözünde çok sayıda kıl varmış gibi görür ve [böylesi bir durumda] gündüzleyin gözde büyük bir karaltı meydana gelir; ve gözün önünde siyah bir silindir görüntüsü oluşur. Bu hayalat kırmızı, sarı, beyaz ya da renga renk renkli bir şey olarak ya da daha pek çok türlü ortaya çıkabilir. Eğer yumurtamsı sıvıda çok sayıda parçacıklar olursa, böyle bir durumda bulunan kimse, ortalama uzaklıkta bulunan tek bir şeyi çokmuş gibi görür.

ķemur, bu hastalık da kar gibi gözün her tarafını çevreleyen bir beyazlığın görüntüsünden dolayı gözde oluşan yanılmayla ortaya çıkar. Böyle bir durumda bulunan göz eşyayı olduğundan farklı bir şekilde görür.

Bir nesneye bakan iki gözün konumuna gelince, eğer gözün doğal konumunda bir değişme var ise, gözbebeğinin normal konumundan kenerlara ve burun ucuna doğru kaymasıyla birlikte görüntüde de bir değişme olur; tıpkı daha önce sözkonusu edilen şaşılıkta olduğu gibi, gözün yanlara doğru kaymasıyla birlikte gözbebeğininde ihtiyari olarak

kayması sonucu kusurlu görme ortaya çıkar. Bu durumları iki deneyle açıklayabiliriz:

Birinci deney: Eğer biz iki gözün arasını birleştiren çizginin tam ortasından geçen düz bir çizgi üzerinde ve birbirinden uzakta bulunan iki nesneye bakıyorsak ve bunlardan daha yakında bulunanı, iki gözün arasını birleştiren çizginin orta noktasına çok daha yakınsa, bu durumda eğer bakışımızı daha yakında bulunana yoğunlaştırırsak onu tek olarak görürüz. Bununla birlikte, bu bakış ister istemez daha uzakta olanı da algılayacağından, bu durumda biz onu çift olarak görürüz. Eğer bakışımızı daha uzakta olana çevirirsek, aynı şekilde, onu da tek olarak görürüz. Öyleyse, daha yakında olanın görünüşü onun çift olarak görünmesini gerektirir. Bununla birlikte, bu ikisinden birisinin tek olarak görünmesi, ancak iki gözden çıkan konilerin eksenlerinin, nesnenin kendisi aracılığıyla görüldüğü ışın konisinin tabanın merkezinde bulunan o nesnedeki tek bir noktada birleşmesiyle ve tabanları birleşmiş bu ışın konilerinin tepelerinin de **celidiyenin** yüzeyinde bulunan orantılı iki noktada birleşmesiyle olur. Böyle bir görme durumu, başka bir nesnenin görüntüsünün, o nesneden her iki gözün **celidiye** tabakasının yüzeyinde yer alan iki orantılı alana ulaşan iki eksenin konumunda algılanmasını gerektirir. Ancak bu iki alan ilk koninin eksenlerinin konumlarının dışındadırlar ve bakış daha uzakta bulunana yoğunlaştırılmışken daha yakında bulunana çevrildiğinde gözün en iç köşesi yönünde yer alırlar. Buna karşılık bakış daha yakında bulunana yoğunlaştırılmışken daha uzaktakine çevrildiğinde ise bunun tersi olur. Bununla birlikte bakış

yalnızca o iki nesneden birisinde yoğunlaştırıldığında, diğer nesne iki farklı yerde görünür. Tek olan bir nesne, bakan kişinin o nesnenin bulunduğu düzlemdeki algısına yönelmesiyle ortaya çıkan iki eksenin konumlarındaki uzaklaşmayla oluşan görüntüye bağlı olarak algı yerinin farklılaşması nedeniyle çift görünür. Benzeri bir görme kırılmayla da ortaya çıkar. Bununla ilgili açıklamalar, saydam bir yüzeyin eğiminin büyümesine bağlı olarak oluşan kırılma açısındaki büyümenin sözkonusu edildiği kırılma konusunda ele alınacaktır. Benzeri bir durum, kırılma açısının büyümesine bağlı olarak nesnenin görüntülerinin de birbirinden uzaklaşmasıyla birlikte **ķarniyenin** yüzeyinde de sözkonusudur. Bununla birlikte bakış, nesnenin üzerinde yer aldığı mekanın algısına yöneltildiğinde görüntü gözbebeğinde birleşmiş olur. Buna karşılık bakış bütünüyle oradan çevrildiğinde görüntüde de farklılaşma olur, ve nesne çift görünür.

İkinci deney: Eni bir karış, boyu bir karış ve kalınlığı da son derece ince olan bir levha alalım. Bu levhanın bir yüzeyini kırmızıya, diğer yüzeyini de yeşile boyayalım. Sonra onun bir ucunu kendisinden biraz uzağa dik olarak yerleştirilmiş bulunan bir aynanın önüne ve ufuk düzlemine dik olacak şekilde yerleştirelim. Diğer dik ucuna da burnumuzu dayayıp, levhanın aynadaki görüntüsünü dikkatlice inceleyelim. Bu durumda biri kırmızı ve diğeri de yeşil olan birbirinden farklı iki yüzey görürüz. Bu iki renk müteakabil iki renktir ve ayna da bu iki rengin arasında bulunmaktadır. Aynı zamanda, sağ göz yönünde bulunan renk sol göz yönünde, sol göz yönünde bulunan renk de sağ göz

yönünde görür. Böylece bakma yönünün her iki tarafında iki yüzey ortaya çıkmış olur. Eğer levhaya çok dikkatlice bakacak olursak, onun aynanın üzerindeymiş gibi olduğunu ve tek olmasına karşın aynanın da iki taneymiş gibi görüldüğünü ve bu iki aynayı levhanın birleştirdiğini görürüz.. Burada sözkonusu edilen birleşme ve ayrılma sorunu daha önce incelenmişti. Geriye ise tekabül ve aynanın iki yönü sorunu kaldı. Çok dikkatlice bakıldığında, her bir göz ile levhanın görünen yüzeyinin bitimi arasında bulunan ışınların, isterse bütünüyle ayna doğrultusunda uzasınlar, aynaya ulaşmadan önce çeşitli konumlarda tamamen birleşmedikleri ve bu ışınların buldukları yöne göre, sağda bulunanların sola ve solda bulunanların da sağa doğru kırılarak birbirlerinden ayrıldıkları görülür; ve bu konumda aynanın da bunların arasındaymış gibi görüldüğü anlaşılır. Aynı zamanda, iki yönün değişmesinden dolayı bu iki yüzey karşılıklı bir hal alırlar ve birleştikten sonra ışınlar birbirlerinden uzaklaşırlar. Aynadan bu uzaklaşma arttıkça onların arasındaki uzaklaşma da artar. Opak olmasına karşın levhanın görünüşü opak değil saydam olur. Çünkü böyle bir durumda her iki gözün yöneldiği yerde bulunan herhangi bir şeyin algılanmasına engel olmaz. Ancak, bütünüyle levhanın konumundan önce algılanmış olur; ve levha yüzeyinin sol tarafı sağ gözün algılamasına, sağ tarafıda sol gözün görmesine engel olur. Bundan dolayı levha birbirine nisbetle açık ve kapalı olmak üzere iki duruma sahip olmuş olur. Bu da saydamlığın bir özelliğidir. Bu nedenle, görüntü saydamlığın görüntüsüdür ve bu durumda dört hata meydana gelir: 1) Tek olanın çift görünmesi; 2) Sağ

ve sol yönlerin yer değiştirmesi; 3) Görüntünün karşılıklı yerlerde ortaya çıkması; 4) Opak nesnenin saydam görünmesi.

9) Zamanın çıkışı, hızlanma yönünde hareket eden bir merminin çıkış anını duyuyla belirlemek olanaklı değildir. Ancak burada hızdaki mutlak bir çıkışı kastetmiyorum. Çünkü mutlak diğer bütün duyuların duyularını ortadan kaldıran şeydir. Gerçekte hızlanma ekseni (belki de) merminin kütesinden göze nüfuz eden bir eksendir ve bu nüfuz anı, hızın o nesnenin gözle algılanamayacağı kadar yüksek bir düzeye ulaştığında, artık hissedilemez. Eğer bu sözkonusu edilen husus sabit olursa, o şüphelenmeyi gerektirir.

Işık makalesi; ufuk düzlemi üzerindeki bir ateşin alevinin hareketi tıpkı gözü alan bir şimşek gibi uzayıp giden bir şey olarak görünmesini gerektirir. Bunun sebebi de, ateşin ışığının, bu mesafede kesintisiz algılanmasıyla, celidiyenin yüzeyindeki geniş açıyla aynı hizaya gelmesidir. Algıya konu olan diğer nesneslerin algılanmaları ise onlara ait kuvvetli bir algı ve bir izlenimin ortaya çıkabilmesi için bir zamanı gerektirirler. Böyle bir algı için bu sürenin bir kısmına değil tamamına gerek vardır. Bundan dolayı, ateş uzayıp giden bir şey olarak algılanır. Yine aynı şekilde, uçlardaki ateş parçaları hızlı bir hareketle geri dönerler ve hareketin uzama konumuna bağlı olarak, aralıksız ateş şeritleri ya da eğrileri şeklinde görünür. Yine bir topacın yüzeyindeki renkli bir nokta da onun renkli bir halka şeklinde görünmesini gerektirir.

Renk makalesi; yakın [duran] renkler ve benekler karışmalarından dolayı sanki tek renkmiş gibi görünürler. Eğer bu karışım hareketten dolayı olursa, bu durum renklerle birlikte suretlerinde karışmasını gerektirir. Yani karışım onların suretlerindeki bir karışım olduğu zannedilir. Tıpkı topaç örneğinde olduğu gibi. Bu görünen halka, eğer topacın yüzeyi beyazsa, asli renklerden daha saf bir halka olarak, eğer topacın yüzeyi siyahsa o zaman da asli renklerden daha koyu bir halka olarak görünür.

Uzaklık makalesi; [Ansızın algılanması ve ortadan yok olması dolayısıyla] daha uzakta olanın daha yakında ve daha yakında olanın da daha uzaktaymış gibi görünebileceği daha önce geçmişti. Uzaklık bilgisinin nedenleri ise, hareket, bakan ve bakılan yönünün dışında olduğunda belirlenebilir.

Konum makalesi; eğimi çok olsa bile, eğik bir şey göze paralel görünür. Bunun nedeni ise açıktır.

Kütle makalesi; çok küçük olan bir şey büyük ve çok büyük olan bir şey de küçük olarak görünür. Bunun nedeni de açıktır.

Şekil makalesi; yuvarlak yağmur damlaları yere düşme esnasında salınan iplikçikler şeklinde görünürler. Bunun nedeni de ışık konusunda geçmişti.

Büyüklik makalesi; uzun olan kısa, kısa olan da uzunmuş gibi görünebilir. Bunu nedeni de açıktır.

Ayrılık, Bitişiklik ve Sayı makaleleri; eğer bir topacın dairesel kısmında belirgin bir şekilde uzayan dişliler var ise ve bu dişliler aralıklı olarak dizilmişlerse, topaç da hızla döndürülürse bu durum da dişliler kesintisizmiş gibi görünürler ve daha önce sözkonusu edildiği gibi, topacın çevresinde renkli bir halka şeklini alırlar. İsterse topacın üzerine renkli bir halka takalım bu durum da topaca bitişik olmasına rağmen, halka sanki topaçtan ayrı bir şeymiş gibi görünür. Aynı şey sayı makalesinde de sözkonusu olabilir ve bunun nedeni de açıktır.

Hareket ve Sukunet makalelerinde; eğer hareket bakan kişi doğrultusunda, bu durumda hareketin konumu ve anı hususunda bir karışıklık ortaya çıkar. Hareketli olan sakin zannedilebilir; bazen de benzeri bir şekilde, kıyaslandığında, sakin olan bir şey de, ilk durumla ilgili bilgilerle hareketliymiş gibi zannedilir. Bunun nedenide bilinmektedir.

Saydamlık makalesi; eğer bir fanus üzeri örtülmeden hızla hareket ettirilirse ve kenarları da beyaz ise, bu durumda onun arkasındaki şey görünebilir ve o saydam bir nesnemiş gibi zannedilir. Eğer fanusun arkasında, koyu bir renkle renklendirilmiş saydam bir nesne var ise ve aynı şekilde hızla hareket ettirilirse, bu durumda fanus o renkle renklenmiş gibi görünür. Eğer saydamın açığa çıkışı hareketsizlik anındaysa, bu durumda saydam olan algılanamaz.

Geriye kalan makalelerle birlikte katılık ve yumuşaklık makaleleri; algıdaki hatalı hareket, onun görünen niteliklerinde ve mahiyetlerinde

oluşuyorsa, bu durumda hata mahiyetiyle birlikte, onun gizli niteliklerinde meydana gelir. İşte hatanın sebebi de budur.

10) Hayvani Ruh'un Mizacı Problemi; hayvani ruh, insanın duyuları aracılığıyla duyumladıklarına bağlı olarak oluşan algısının ortaya çıktığı yerdir ve bu ruh, algıda hata ve yanılgılara yol açabilir. Bu da insanın düşme, çarpma bir hıltın istilası, zehirli duman buharı ya da beynin sarsılmasına yol açacak şiddetli bir harekete maruz kalması sonucu beyinde ortaya çıkan bir rahatsızlıktan kaynaklanır. Böyle bir durum sözkonusu olduğunda hızla insanın algılarında bozulma başlar ve nesnelere olduğundan farklı görür. Örneğin, etrafını çevreleyen her şeyi, sakın olmasına karşın, çevresinde dönüyormuş gibi görebilir. Hatta yeri de kendisiyle birlikte dönüyormuş gibi algılayabilir. Aynı şekilde eşyayı olduğu gibi algılamayı sağlayan sağlıklı düşünme ve imgeleme engel olan, insanı kendinden geçirten şeylerin alınması sonucu oluşan ilineksel veya doğal gaflet anında da durum aynıdır.

Işık ve renk makalelerinde; ayın yeryüzüne düşen ışığı su zannedilebilir. Parlak altın parçalarında, isterse çok yakında bulunsunlar ateş kıvılcımları (gibi) ve benekli ya da siyah bir ip de yılan zannedilebilir.

Uzaklık makalesinde; bazen, Ay, bir duvar veya bir dağın tepesiyle aynı hizaya geldiğinde, o şeyin tepesinde duruyormuş zannedilebilir.

Konum makalesinde; düzgün bir duvar sanki düşüyormuş gibi eğimli görünebilir.

Kütle, Şekil, Büyüklük, Ayrıklık, Bitişiklik ve Sayı makalelerinde; hatalar daha önce anlatılmış olduğu gibi meydana gelirler.

Hareket ve Sukunet makalelerinde; akışı hızlı olan bir nehrin kenarında oturan bir kimse, suyu durgun; suyun altında bulunanları ise suyun hareketine tersi bir yönde hareket ediyormuş gibi görür. Eğer bu kimse, aynı hizada birbirine yakın olarak seyreden iki gemiden birisinde bulunuyorsa, su da ister durgun isterse akmakta olsun; bu kimse bu iki gemiyi de hareket etmiyormuş gibi, buna karşılık suyu bunların arasında onların hareket doğrultusunun tersi yönde akıyormuş gibi görür. Eğer bu gemilerin gidiş geliş yönleri farklıysa, bu durumda o kimse içinde bulunduğu gemiyi duruyormuş, diğerini ise, iki hareketin birleşmesinden dolayı, hareket ediyormuş gibi görür. Yine aynı şekilde, bir yıldız, bir dağ ve bir duvar kendisine doğru yakınlaştıkça hareketin tersi bir yönde hareket ediyormuş gibi görünebilir. Eğer bu görünen nesneden uzaklaşıyorsa, bu durumda da hareket yönünde hareket ediyormuş gibi görünür. Eğer gözlemci sabitse ve kendisiyle Ay arasına örneğin hareket halinde çok ince bir bulut girerse, bu durumda o kimse Ayı bulutun hareket yönünün tersi bir yönde seyrediyor, bulutuda duruyormuş gibi görür. Yakında bulunan görünür şeylerde bu durumun nedeni hareket edenin tedrici olarak hareketin tersi bir yönde hareket ediyormuş gibi algılanması ve arzedilenle arzedenin bir gaflet sonucu birbirine karıştırılmasıdır. Uzakta bulunan görünür şeylerde bu durumun nedeni

ise, yakında bulunanın hareketiyle kıyaslandığında, uzaktakinin hareket yönünde hareket ediyormuş gibi algılanmasıdır. Uzaktakinin hareketi yakındakinin hareketine muhaliftir. Muhalifin muhalifi uygundur.

Geriye kalan makalelerde, meydana gelen hatalar, daha önce geçenlerle kıyaslandığında sebepleri bilinebilir. Bunun açıklamasını yapmak büyük bir iş değildir.



İKİNCİ KİTAP

İkinci kitap, yansıma yani, parlak bir yüzey aracılığıyla doğrusal olmayan bir düzlemdeki nesnenin görünüşünün incelenmesi hakkındadır. Bu olgu, durgun bir göl kıyısında durulduğunda da gözlenebilir. Bir kimse böyle bir durumda nesnelerin görüntülerini, kendisiyle o nesneler arasında bulunan suyun yüzeyinde izdüşüm olarak görür. Hatta bu görüntüler suyun derinliklerindeymiş gibi, sanılabilir. Bu durum, opak ya da saydam her yüzeyde, tıpkı durgun su yüzeyinde gerçekleştiği gibi, ortaya çıkar. Her iki durumda da görüntü gözde benzer şekilde oluşur. Bilim adamlarının bu konudaki görüşleri de böyledir. Ayna olarak bilinen diğer parlak yüzeylerde de bu açıklama geçerlidir.

Konu bir giriş ve altı bölümde ele alınmıştır.

GİRİŞ

Giriş yedi çeşit ayna hakkındadır. Bunlar düz, çukur küresel, tümsek küresel, çukur silindirik, tümsek silindirik, çukur konik ve tümsek konik aynalardır. Bu yedi aynayla yansıma ve yansımanın nitelikleri deneysel olarak incelenebilir. Çukur konik ve tümsek konik aynalarda ise, bu aynaların yapılan deneylerde özel bir ayrıcalığı gerektirmemesi nedeniyle, bunlardan ancak gerektiğinde söz ettik.³²⁴

³²⁴ Konik aynada oluşan görüntüleri küresel (tümsek veya çukur) aynayla açıklamak olanaklı olduğundan, haklı olarak Taqiyüddin bu aynayı ayrıca ele almamıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

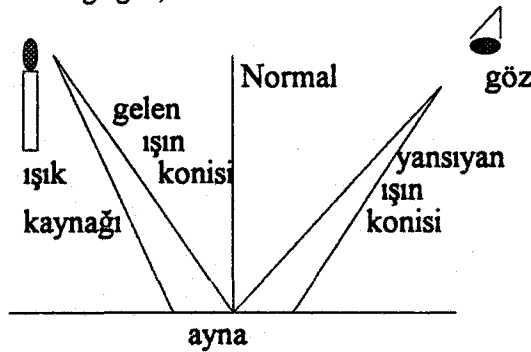
Birinci bölüm, yansımış ışığın özellikleri konusundadır. Bu özellikler yedi tanedir.

1 ve 2) parlak bir nesnenin ışığı kabul ettiği ve daha sonrada, o nesnenin yüzeyinden, biri o yüzeyin konumuna bağlı olarak özel bir yöne ve diğeri de yüzeyin bütün yönlerine doğru yayılan iki ışık çıktığı açıklanmıştı.

3) Özel ışık yani yansıyan ışık, yüzeyden uzaklaşma yönünde, ışık kaynağı ve bu kaynaktan çıkan ışığın düştüğü yüzey arasında oluşan ışık konisine orantılı olan, bir koni oluşturur.³²⁵ Bunu şöyle deneyebiliriz:

Yüzeyi son derece düzgün olan dairesel bir ayna ve bir de bu ayna yüzeyinden daha büyük beyaz pürüzsüz bir nesne alalım. Bu nesnenin yüzeyine, en küçüğü bu ayna yüzeyinin çevresi kadar olan gittikçe büyüyen eş merkezli daireler çizelim. Sonra bu aynayı, yüzeyinin

³²⁵ Şekilde olduğu gibi,



tamamına Güneş ışığının geleceği, ancak ışın konisinin eksenine dik olmayacak bir yere yerleştirelim. Daha sonra da aynadan yansıyan ışığı üzerine daireler çizilmiş bulunan nesnenin yüzeyine, bu yansıyan ışığın çevresi beyaz nesnenin yüzeyindeki bir daire ile çakışacak şekilde, düşürelim ve bu beyaz nesneyi, üzerindeki ışıklı daire çevresi ayna yüzeyindeki daireden daha büyük oluncaya kadar, aynadan uzaklaştıralım. Ancak bu uzaklaşma ışığı ortadan kaldıracak şekilde değil, yalnızca ilkinden daha büyük bir daireyi kapsayacak ve böyle böyle sonunda belirli bir mesafede son bulacak şekilde olmalı. Böyle bir durumda, ışığa eşit dairenin, Birinci Kitabın (Mirşad el-Evvel) İkinci Bölümünün Beşinci maddesinde sözkonusu edildiği gibi, bir deney odasındaki delikten giren ışığın düştüğü yere konulan üzerinde iç içe geçmiş dairelerin çizili bulunduğu levhanın üzerindeki bir daireye eşit olduğu görülür; eğer deney odasındaki deliğin çevresi ayna yüzeyindeki daireye eşitse ve mesafe de bu mesafeye eşitse bu sözkonusu olur.

4) İki ışıktan her biri ışıkla birlikte renge de sahiptir; ve o ışıktan yansımaya birlikte diğer bir ışık çıkar. Bu hususu denel olarak tetkik ettik. Yani bu ışık Birinci Kitapta ikincil ışık adını verdiğimiz ışıktır. Özel ışık yani yansıyan ışık hususuna gelince; bu hususu deneysel olarak inceleyebiliriz: Bunun için ister bir deney odasında bulunan bir delikten giren Güneş ışığını, veya gündüzleyin deliğin çeperlerinden geri dönen ışığı, isterse çevreden yayılan ikincil bir ışığın odaya girmesi durumunu gözönüne alalım. Bu her iki durumda da ışığın düştüğü yere erguvani renkli bir nesne koyalım ve bu nesneye çok yakın olan ancak ışığın

nufuz etmediği bir ayna alalım. Sonra da içi boş bir nesne alıp, bunun tabanına da çok beyaz bir nesne koyalım ve ayna yüzeyinden yansıyan ışığı bu nesneye düşürelim. Bunun sonucunda beyaz nesnedeki rengin sureti boş nesnenin iç kısmında görünür. Bu durumda aynayı mevcut konumundan oynatırsak, bu nesnedeki renk de ortadan kalkmış olur. Ayna gümüş bir ayna ise, o zaman bu hususu açıklamak zor olur. Çünkü, daha önce aynanın renginin de birlikte taşınacağı açıklanmıştı. Muhtemelen nesnede siyahlaşma veya da kararma olur ve Erguvani renk de solgunlaşır. Yine daha önce, renklerin suretlerinin her bir durumda ve bütün nesnelerin yüzeyinde açığa çıkmayacağı da belirtilmişti. Çünkü bazı durumlarda ve bazı nesnelere renk gizlenir.

5) Parlak ve düzgün bir yüzeyden yansıyan ışık, bu yansıyan ışığın çıktığı ışıktan daha zayıftır. Bunun deneyi; bir deney odasında ışığın düştüğü yere beyaz bir nesne ve bunun yanına da düzgün yüzeyli bir aynayı, her ikisi de aynı konumda olacak şekilde yerleştirelim; ve yansıyan ışığın düştüğü yere bakalım. Daha sonra bu yansıyan ışığın düştüğü yere, o beyaz nesnenin ışığını düşürelim ve bu ışığın görünüşünü inceleyelim. Bu durumda, aynadan yansıyan ışığın aynanın yanında bulunan beyaz nesneden yansıyan ışıktan daha zayıf olduğunu görürüz. Bunu da şöyle gösterebiliriz, zayıflamanın ortaya çıktığını belirttiğimiz bu problem gümüş bir aynayla ortadan kaldırılabilir; ancak, rengin parlaklığı soluklaşmış olur. Eğer zayıflama için bir uzaklığın gerekliliği sözkonusu edilirse, derim ki, işin aslı böyle değildir. İşte deneyi, deney odasında ışık kaynağına belirli bir mesafedeki bir yere bir ayna koyalım,

ancak ayna ışığın tamamını kapsamaz. Geriye kalan ışığın düştüğü yere de beyaz bir nesne koyalım ve birinci örnekte olduğu gibi, yansıyan ışığı beyaz nesneyle, bu ışığın aynaya olan uzaklığının beyaz nesneye olan uzaklığına eşit olacağı bir mesafede, karşılaştıralım. Sonra da bu iki ışığı kıyaslayalım. Bu durumda, yansımış ışığın, mesafeler eşit olmasına karşın, asıl ışıktan daha zayıf olduğunu görürüz.

6) Parlak bir nesneden yansıyan renk aslından daha zayıftır. Çünkü bu renk yansıyan ışığın uğradığı zayıflamadan daha fazla zayıflar. Çünkü, renkler ışıklardan daha çok zayıflamaya uğrarlar. Şöyle ki, altın ya da kırmızı bakırdan yapılmış olan bir ayna alalım ve ışığın düştüğü yere bunun bir kısmı gelecek şekilde yerleştirelim; ve bundan yansıyan ışığı da beyaz bir nesnenin yüzeyine düşürelim. Sonra, üzerine aynanın ışığının düşürüldüğü beyaz nesnenin yüzeyinde açığa çıkan renkle asli rengi ve yansıyan ışıkla ilk ışığı kıyaslayalım. Bu durumda, iddianın açıkça sabit olduğu görülecektir.

7) Parlak düzgün bir yüzeyden yansıyan ışığın zayıflamaya uğradığı kanıtlanmıştı. Işığın zayıflamasının diğer bir aşamasıda, bundan başka, yüzeyi tümsek olan parlak nesnelerdeki yansımaylada kanıtlanabilir. Bu tümseklik, küresel, silindirik ya da konik olabilir. Şöyle ki; bu üç ayna çeşidinden her birini, deney odasında ışığın düştüğü yere, ışık eksenine dik olacak şekilde ve ard arda yerleştirelim; ve yansıyan ışığı düzgün yüzeyli beyaz opak bir nesneyle keselim. Bu durumda beyaz nesnenin üzerindeki ışığın, bu tür aynalardan, düz aynalardaki zayıflamaya nazaran yayılımının daha çok olması nedeniyle, zayıfladığı görülür. Bu

aynaların tümseklikleri attıkça ışığın zayıflamasıda artar. Bunun nedenide, bu tür aynalardan yansıyan ışığın, o aynanın yüzeyinin her yönünde uzaklaşmasıdır. Bundan dolayı, beyaz bir yüzeyden yansıyan bu ışığın düştüğü yer gerçekte bu tür bir aynanın yüzeyinden yansıyan ışığın düştüğü yere oranla daha büyüktür. Alanın büyümesi de bu aynaların tümsekliğinin derecesine bağlıdır. Silindirik ve konik yüzeylerden yansıyan ışınlar uzantıları ve görünümleri bakımından biçimsel olarak farklılık gösterirler.

8) Düz bir aynada yansıyan ışığın zayıfladığı kanıtlanmıştı. Bu durum aynı şekilde çukur aynada da gösterilebilir ve bu ikisi arasındaki farklılık tamamen ilinekseldir. Çünkü bazı durumlarda yansıyan ışık asıl ışıktan daha kuvvetli olabilmektedir. Şöyle ki; üç çukur ayna çeşidinden birer tane alalım; ve bunları deney odasında ışığın düştüğü yere birbiri ardına yerleştirelim. Bunların her birinden yansıyan ışığı değişik konumlarda beyaz bir nesneyle keselim. Bu beyaz nesneyi ayna yüzeyine doğru yaklaştıralım. Bu durumda beyaz nesnenin yüzeyinden yansıyan ışığın düştüğü alan ayna yüzeyinden yansıyan ışığın alanına yaklaşır, ancak daima ondan daha küçük olur. Bu alan küçüldükçe, ışığın bir noktada toplanması nedeniyle aydınlanma yeğınleşir. Ayna merkezindeki yüzey daha da küçüldükçe aydınlanmanın yeğınliği de o oranda büyür ve yanma meydana gelir. Eğer odaktan uzaklaşma artarsa ışığın aydınlattığı alan da büyür ve derece derece ışık zayıflamaya başlar; [Yani yeğınlik azalır.] yönler de farklılaşır. Yani ayna yüzeyinin sağ tarafına konulmuş bir noktanın görüntüsü solda ortaya çıkar ve

yüzey yükseldikçe nokta aşağıya doğru kayar. Buna karşılık ayna yüzeyinin sol tarafına konulmuş bir noktanın görüntüsü de sağda ortaya çıkar ve ayna alçaldıkça nokta yukarıya doğru kayar. Her iki durumda da ışığın aydınlattığı alanın küçülmesi aynanın çukurluk eksenini veya merkezinde son bulur. Bu merkez küresel ve silindirik çukur aynada bir nokta, konik çukur ayna da ise düz bir çizgidir.

9) Birincil ışıklardan yansıyan görüntüler kaynakla birleşen ikincil ışıklarla yansıyan görüntülerden daha kuvvetlidir. Daha önce yapılan deneylerle bunun böyle olduğu yeterince açıklanmıştır.



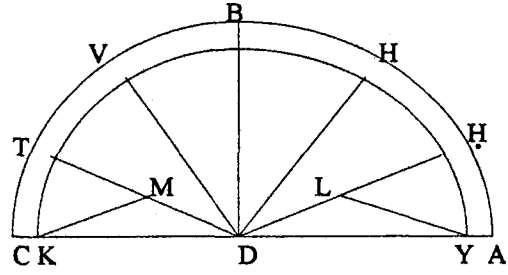
İKİNCİ BÖLÜM

İkinci Bölüm, yansımanın nitelikleri konusundadır. Bir giriş ve dört özellikten oluşur.

GİRİŞ

Kendinden ışıklı ya da ışıklandırılmış bir nesneden bir ayna yüzeyine gelen ışın çizgisine **gelen ışın**; aynadan çıkan ve göze yansıyan ışın çizgisine de **yansıyan ışın** adı verilir. Yedi ayna yüzeyinin herbirinden ışığın düşüp yansıdığı merkez noktasından bir dikme çıktığı varsayılır. Bu dikmeye Normal (yansıma dikmesi) adı verilir. Bunun çevresinin yarısı aynı şekilde yansıyan ışığın çıktığı ışıklı merkezle dikmenin geçtiği yüzeyin de yarı dikme dairesi olduğu düşünülür. Bu yarı daireye yüzey yükseklik dairesi; daire yüzeyi ve ayna yüzeyi arasındaki ortak alanada yansıma kesiti adı verilir. Yüzeyin durumuna bağlı olarak ortak alan düz bir çizgi, daire çevresinden bir kesit ya da üç kesitden birisi olur.

1) Yedi yüzeyden ışıkların yansıması ya özsel ya da ilinekseldir ve birleşmeleri dolayısıyla tek bir görüntü oluştururlar. Yani geliş ve yansıma çizgileri yükseklik dairesinin yüzeyinde bulunur.



Normal ve gelen ışın arasındaki

açı Normal ve yansıyan ışın arasındaki açıya eşittir. Bu ikisinin birbirine tamamen eşit olması zorunludur. Bu açuların her ikisinde yansıma kesiti ve gelen ışın ile yansıyan ışın çizgilerinden her birinin arasında bulunurlar. Şöyle ki; düzgün yüzeyli bakır bir levha alalım.

Bu levhanın üzerine, merkezi D olan ABC yarı daireni çizelim. Bu yarı dairenin çapı olan AC de yedi parmak³²⁶ olsun. BD çizgisinde AC'ye dik olsun. ABC yayını B'nin her iki tarafından iki eşit yaya bölelim. Bu eşit yaylar BH ve BV yaylarıdır. Aynı şekilde BH ve BT eşit yaylarınıda bölelim. Bu HHVT noktalarının her birini D ile birleştirelim. Sonra da AD'den bir parmaklık 1/7'lik bir miktarı yani AY'yi bölelim. Benzer şekilde CD'den de CK'yı ayıralım. Aynı şekilde DH'den de bir parmaklık 1/7'lik bir mesfeyi, yani DL'yi bölelim. DT'den de DL'ye eşit DM'yi bölelim. Y ile L'yi ve K ile de M'yi birleştirelim.

³²⁶ İngiliz uzunluk ölçüsü olan foot (ayak)'un 1/12'si olan yaklaşık 2.54 cm'lik bir uzunluk ölçüsüdür. Biz de ise eskiden kullanılan Zira ve Arşın'ın (68 cm'lik uzunluk) 1/24'üne eşit bir uzunluk ölçüsüdür ve yaklaşık 2.83 cm'dir. Bu anlamda Takiyüddin'in verdiği ölçü $2.83 \times 7 = 19.81 \approx 20$ cm'dir.

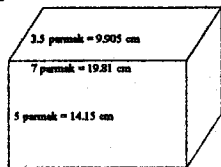
Belirtildiği gibi, D noktasının çevresinden geriye kalan kısmı koruyacak şekilde YLD ve DMK üçgenlerini keselim. Bu kesitin bu üçgenden daha büyük olmasına izin verilirse, bu durumda o kesit dairenin yarısı kadar olur. Bundan başka merkez noktanın çevresi geriye kalır. Daha sonra uzunluğu 24 parmak, genişliğide 2 parmak olan bakır levhadan yapılmış bir cetvel alalım; (şekil³²⁷) ve bu cetveli ABC yayı üzerine, ABCD yarı dairesinin önüne bir kemer olacak şekilde, bükelim; ve her parmak yönünde uzunlamasına işaretleyelim. Bir ucunu çember dairesinin çevresiyle sabitleşecek şekilde birleştirelim ve cetveli HHBV ve T noktalarında delelim. Dairenin uçları bunlardan her birine teğet olsun. AHD daha önce sözkonusu edilen noktalardan birinin üzerindeki yüzey olsun, her delik dairesinin çapı yarı parmak olsun. Bunların daire üzerindeki merkezleri daire yüzeyine paraleldir. Bu yüzey de ABC'dir. Sonra da, boyu AC çapı, eni de bunun yarısı kadar ve kalınlığı da beş parmak olan ahşap dörtgen bir levha alalım. (şekil³²⁸) Bunun yüzeyini/son derece düzgün bir hale getirelim. Bu ahşap levhanın yüzeyine, bir ucundan diğerine, enlemesine uzayan eni dört, derinliği ise üç parmak olan bir oyuk açalım. (şekil³²⁹) Bu oyukta mecra (yatak) adını verelim.

327 Şekil



$$24 \times 2.83 = 67.92 \text{ cm}; 2 \times 2.83 = 5.66 \text{ cm}$$

328 Şekil

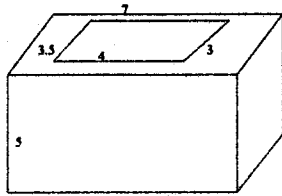


329 Şekil

Sonra da bu aleti levhanın üzerine boylamasına dikelim. Öyle ki, geriye kalan daire yüzeyi levha yüzeyine dik ve uzun kısmı da levhanın kenarlarına paralel olsun. Levhanın her iki tarafından artan kısımlarıda, levhanın üzerine çivileyelim. Bu ahşap nesneyi levhayla birlikte bu konum üzerine sağlam bir şekilde sabitleştirelim.

Sonra da, iç ve dış kısmının yuvarlaklığı içten ve dıştan kusursuz olan bakırdan silindirik bir boru yapalım. Bu borunun kalınlığı da deliklerden her birine girecek şekilde olsun ve bu boruyu bir deliğe, algıya engel olmayacak şekilde yerleştirelim. Bu borunun üzerine her iki ağız çevresinde görünecek şekilde, düzgün bir çizgi çizelim. (şekil ³³⁰)

Daha sonra mecranın eninde ve kalınlığı iki parmak olan tahtadan bir cetvel alalım. (şekil ³³¹) Öyle ki, enlemesine olarak mecranın üzerine yerleşebilsin. Bunun tabanında gayet düzgün olmalı. Sonrada, mecranın her iki tarafında, bu levhanın yüzeyi üstüne iki levha çivileyelim, bunlardan her birinin eni yarım parmak olsun ve cetveli mecraya itelim. Öyle ki, mecranın her iki yönünde cetvelin uçları çıkıp, diğer cetvel yükselip, bu iki levhaya değinceye kadar itmeyi sürdürelim. Bu durumda cetvelin yüzeyiyle levhanın yüzeyi birleşmiş olur. Bu yüzeye ufuk düzlemi ve cetvele de delikli alet ki bu muntıka yükseklik yüzeyinin

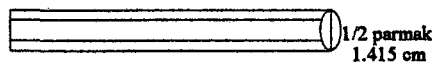


çevresidir, diyelim. Geriye mecradaki cetvel kaldı ki o da kendi adıyla kalsın.

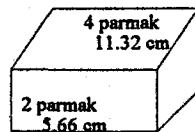
Deliklerin merkezlerinden geçtiğini varsaydığımız yüzey, yükseklik yüzeyi kabul edilen levhanın yüzeyine paraleldir. Bunun ve ufuk düzlemi arasında bulunan ortak kesit de orta hattır. Onun ufuk ve yükseklik yüzeyleri arasındaki ortak kesitten uzaklığı da bu deliklerin birinin çapının yarısı kadardır. Sonra ufuk düzlemi levhası üzerine bir çizgi çizelim. Daha sonra da, bu çizginin üzerine yükseklik dairesinin merkezinden geçen ve bu çizgiye dik olan diğer bir çizgi daha çizelim. Bu çizgiye dik maksimum yükseklik çizgisi (haç el-gaye) diyelim ve bunu da çok belirgin bir hale getirelim. Bu ikisinin kesişim mahalli bu konum üzere cetvel boyunca uzar. Buna şakül doğrultusu diyelim.

Daha sonra, çapı cetvelin eninden az olan yuvarlak bir ayna alalım. Tümsek aynaların hazırlanması da aynı şekilde olur. Bunu anlatmaya gerek yoktur. Ancak bu aynaların suretleri büyülttüğü ve küçülttüğü; bununla birlikte ışığıda zayıflatıp kuvvetlendirebildiği bilinmelidir. Bu durumun nasıl gerçekleştiğinden daha önce söz edilmişti. Daha sonra, küresel silindirik ve konik aynaların her birinden, yüzey genişlikleri daha önce geçen düzlem aynanın yüzeyi kadar olan, birer tane alalım.

330 Şekil



331 Şekil



Çukur aynalar hususuna gelince, küresel iki ayna alalım. Bunlardan her birinin yüzey çapı düzlem aynanın ki kadar olsun. Bunlardan birisinin küresellik çapının yarısı, dört parmak ve diğerinin ki de muntıkanın altında birinci kürenin merkezini kesebilmesi için on parmak olsun. Diğer de muntıkanın üstünde olsun.

Silindirik iki ayna alalım. Onların yüzeyleri daha önce sözkonusu edilen miktarlar kadar olsun. Onlardan bir tanesinin taban çapının yarısı dört parmak, diğerinin taban çapının yarısı da on parmak olsun. Aynı şekilde konik aynalardanda iki tane alalım. Bunlardan birinin taban çapı aynı şekilde dört parmak diğerinin taban çapı da on parmak olsun.

Böylece deney yapılabilecek on ayna olmuş oldu.

AYNALARLA YAPILAN DENEYLERİN NİTELİKLERİ HAKKINDA BÖLÜM

Şakülün düşüş noktası üzerine, çapı aynalardan bir tanesinin çapı kadar olan bir daire çizelim. Aynalardan her birinin girebileceği kadar derinlikte bir de çukur açalım. Örneğin eğer bu çukura düzlem bir ayna yerleştirecek olursak, bu durumda aynanın yüzeyiyle cetvelin yüzeyi tek bir yüzey haline gelmiş olur. Eğer bu durum düzlem bir aynayla değil de diğer aynalardan birisiyle gerçekleştirilecek olursa, bu durumda şakülün düşme noktası o ayna yüzeyindeki bir nokta olur. Öyle ki, bu noktada geçen çap, bu düşme noktasına intibak etmiş olur. Bu düzlem aynayı cetvelin üzerine yerleştirip; ikisini birlikte mecraya sokalım. Ancak öyle yapılmalı ki, şakülün düşüş noktası bu yüzeydeki bir alan olmalı. Aslında bu yüzeydeki her yer buna uygun olur. Çünkü, bu konum şakülün düşüş noktasında elde edilir ve yükseklik yüzeyi de ayna yüzeyini dik doğrultularda keser. Daha sonra bu aleti bulunduğu yerin ufkuna paralel olarak yerleştirip ve Güneş yönünde hareket ettirelim; ta ki, mıntıka tamamen örtülünceye ve gölgede kalıncaya kadar. Daha sonra bu konumda çaplardan birisini sabitleştirip, diğerini de bu durumun izin verdiği ölçüde TMD hattı boyunca T deliğinden gelen güneş ışınlarıyla birleşinceye kadar kaldıralım. Bu durumda ayna

yüzeyinde ışıklı oval bir görüntü oluşur. Çünkü ışın konisi koni eksenine eğimli düz bir yüzeyle kesilmiştir. (Bu onun mahallinde bilinmesi koşuluyla üç kesitten birisini gerektirir ve bu şeklin orta noktasıda şakülün düşüş yeridir.) Sonra bu noktadan H deliğine DLH hattı boyunca ışın yansır ve biz H deliğindeki ışığı daireye yakın ışıklı bir halka olarak algılarız. Buradan gelen ışık muntika yüzeyine dik ancak güçlkle hissedilebilecek kadar dairesel bir görüntü oluşturur. Bunun nedeni deliğin çok geniş olması ya da dairenin muntika noktasının oldukça küçük olmasıdır. (Bu duruma izin verilmemelidir.) Çünkü bizim istediğimiz V deliğinden VD hattı boyunca ışığın girmesi ve şakülün düşüş noktasından DH hattı boyunca H deliğine yansmasıdır. Bu durumda oluşan şekilde birincisine oranla daireye daha yakın oval bir görüntüdür. Eğer ışığın B'den girmesine izin verirsek, bu durumda ayna yüzeyinde merkezi şakülün düşüş yeri olan bir daire oluşur ve bu noktada ışık kendisi üzerinde geri yansır. Burada muntikanın çukurluk noktasındaki deliğin çevresindeki yuvarlak ışıklı halkadan başka birşey hissedilmez. **Böylece düz bir aynanın yüzeyinde yansıyan ışın konisinin bu yüzeye delikten gelen ışın konisine orantılı olduğu ortaya çıkmış oldu.**

Eğer, aletin yönünü Güneş yönünde diğer bir doğrultuya çevirirsek ve H, H deliklerinden giren ışınla deney yaparsak, bu durumda ışığın T ve V deliklerine doğru yansıdığını görürüz. Burada değişen tek şey sadece B'nin her iki tarafının birbirine göre yer değiştirmiş olmasıdır.

Uyarı:

Bu konum, geometrikseldir ve zorunlu bir konumdur. Öyle ki, güneşin doğrultusundan hangi konumda bulunursa bulunsun bu aletin muntika kısmı gölgede kalır. Delik doğrultusunda ışık girer ve bu ışığın ayna yüzeyinde düştüğü yer bir nokta olur ve bu noktanın merkezi de şakülün düşüş noktasına çakışır. Bu şartlar dahilinde, ister eğimli olsun, ister her hangi bir yönde bulunsun ve isterse her hangi bir konumda bulunulsun, deneyin niteliği asla değişmez. Bu durumda (bu ayna için, yani düzlem ayna için) iddia kanıtlanmış olur. Diğer dokuz aynadan ise bu aynalardan her birinin şekline bağlı olarak bir şekil ortaya çıkar. Daha önce, ayna yüzeyine gelen ışın konisinin eksenindeki çizgiye geliş çizgisi ve yüzeyden göze ya da diğer bir alana yansıyan ışın konisinin eksenindeki çizgiye de yansıma çizgisi denildiği belirtilmişti. Yüzeye olan dikme (Normal) de onu iki açığa böler: geliş çizgisini izleyen açığa geliş açısı ve yansıma çizgisini izleyen açıyada yansıma açısı denir. Bu deneylerle bu iki açının eşit olduğu kanıtlanmıştır.

Daha sonra bu boruyu, T deliğine sokalım, öyleki onun bir ucu ayna yüzeyiyle birleşmiş olsun. Bu durumda delik doğrultusuyla borunun tümsek kısmı doğrusal bir hatta olurlar. Bu konum üzere, boruyu yükseklik yüzeyi üzerine sabitleştirelim ve bu koşullar dahilinde borudan ışık göndererek deneyi tekrarlayalım. Bu durumda ilkinde olduğu gibi,

şekil oval bir görüntü oluşturmaz aksine, bir silindir kesiti biçiminde ortaya çıkar.

Eğer borunun iç kısmı tam silindirik ise düşen ışık da silindirik olur ve bu ışık hüzmesini düzgün bir yüzey keserse, bu durumda ışık karşı deliğe doğru yansır.

Sonra, bu borunun her iki ağzını da para ya da benzeri bir şeyle kapatalım ve bu paranın ortasına küçük bir delik açalım. Bu durumda, ışığın düştüğü yerdeki görüntüsü yine aynı olur. Daha sonra düzgün bir şerit alıp, borunun her iki ağzından ayna yüzeyine doğru uzatalım ve o noktada şeridin izini belirleyelim, bu durumda o işaretlenen noktanın şakülün düşüş noktası olduğunu görürüz. Daha sonra bu işi borusuz olarak yine bu delikten ışık göndererek, ancak H deliğine beyaz bir yaprak kapatmak suretiyle denediğimizde o noktanın gölgelendiğini görürüz ki bu nokta H deliğinin merkezi üzerinde yansıyan ışın konisinin ekseni yönünde yer alır.

Bütün bunlar, gelen ışının, yansıyan ışının ve Normalin aynı düzlemde yani yükseklik yüzeyinde bulunmasını gerektirir. Bu deney borusuz dahi yapılsa bu sonuç değişmez. Eğer deliği, ışığın neredeyse algılanamayacağı kadar küçültürsek, yani bir nokta kadar yaparsak, ışığın ayna yüzeyinde yok olduğunu sanırız; oysa bu durumda ışık bir çizgi halini almıştır.

Bütün bunlardan ışığın bir ilinek olduğu ortaya çıkar. O ezeli ve ebedi olan bir şey yani ancak kendisi ortadan kalkınca yokolabilen bir cevher değildir.

Yukarıdaki deneyi düzlem aynayla yapılan deney olarak adlandıralım. Çünkü ışınlar ancak bu aynada böyle yansır.

Geriye kalan diğer aynalarla yapılan deneylere gelince, şunları söylemek mümkündür: küresel tümsek bir aynayı, bu aynanın bulunduğu mahallin derinliğine bağlı olarak, cetvel üzerinde düzgün bir yüzeyle, aynanın tümsekliğinin en uç noktası cetvelin yüzeyi doğrultusunda olacak ve gaye hattı ile itidal hatları da kesişecek şekilde birleştirelim ve cetveli bu nokta şakülün düşme noktası oluncaya kadar itelim. Bu noktada, biri gaye hattı ve diğeri itidal hattı doğrultusunda olmak üzere gerilecek iki saç telinin keşiştiği noktadır.

Bu durumda ayna yüzeyinde ışığın düştüğü yerin şekli garip bir kesit oluşturur. Çünkü, bu durumda küre yüzeyi, taban çapı küre çapından daha az olan bir konik yüzeyle kesilmektedir. Biz bu konumu, yükseklik yüzeyiyle küre kuzeyini dik olarak iki eşit kısma böldüğümüzde elde edebiliriz. Bu durumda küre kesiti büyük bir daire olarak ortaya çıkar.

Daha önce düzlem aynayla yapılan deneylerle yansıyan ışın konisinin ekseninin gelen ışın konisinin eksenine intibak ettiğini görmüştük. Aynı zamanda daha önce ışıklı halka adını verdiğimiz görüntüsünde, bu kez ilkinden daha büyük olduğunu görürüz ve bu ışık

daha öncekinden sözkonusu edinilen ışıktan, daha fazla ayrılıma uğradığı için, daha zayıftır.

Sonra, aynı yere küresellik yarı çapı dört parmak olan çukur bir aynayı, çukurluğunun en uzak noktası cetvelin yüzeyi doğrultusunda olacak şekilde yerleştirelim. Bu noktanın tesbiti de cetvelin, D merkezi bu nokta üzerine gelinceye kadar ileriye doğru itilmesiyle olur. Bu konum üzere aynayı sabitleştirip, cetvelide geri çekelim. Bu durumda LDM üçgeni yükseklik yüzeyinden uzaklaşarak eğilmeye başlar itme durdurulduğu için uzak nokta şakülün düşme noktası olur. Bu noktada koninin konumuyla bilinir; örneğin boru yönündeki eksen çizgisi bunu belirler; öyle ki oluşan koninin tepesi borunun silindirik eksenini üzerine çakışır.

Sonra, yükseklik yüzeyi boyunca B deliği aracılığıyla BD hattı doğrultusunda ışık gönderildiğinde oluşacak koninin tepesi şakülün düşme noktası üzerinde olur. Bu konumda çukur ayna ve yükseklik yüzeyi arasındaki ortak alanda büyük bir daire olarak ortaya çıkar. Daha sonra boruyu çıkaralım ve bütün anlattıklarımızı tekrar deneyelim. Bu durumda ışın konisinin eksen konumlarının ortaya çıktığını ve daha önce belirlediğimiz hususların hiç birinin ortadan kalkmadığını görürüz. Eğer yansıyan ışını opak bir nesneyle kesersek ve bu nesneyi aynaya doğru yaklaştırsak, bu durumda onun üzerinde ortaya çıkan ışık görüntüsü gittikçe büyür. Eğer nesneyi aynadan uzaklaştırsak bu durumda da gittikçe küçülmeye başlar ve ışığın şiddeti artar en sonunda da küçülmenin bir nokta halini alması dolayısıyla ışınlar bir noktada

toplanacağı için o noktada yanma meydana gelir. Bu nokta koninin tepesi ve kürenin de merkezidir. İsterse bu çukur aynanın küresellik yarıçapı on parmak olsun, sözkonusu edilen hususlar değişmez; ancak küçülme sona erer. Işık opak nesne tarafından muntikanın altında veya yansıma deliğinde muntikanın üstünde kesilmiş olsun, bu durumda da merkezin yüzeye olan uzaklığının miktarı küçülmeye son bulur. Bu noktadan sonra diğer duruma paralel şekilde genişleme başlar.

İki tümsek silindirik aynayla yapılan deneye gelince. Bunlardan her birini oyuğa, tepe noktaları üzerine oturtulduğu cetvele tam oturacak şekilde, yerleştirelim. Daha önce belirtildiği üzere bu noktanın tam şakülün düşüş noktası oluncaya kadar cetveli itelim. Yine aynı şekilde bu konum üzere cetveli geri çekelim. Bu durumda ışığın genişlediği ve zayıfladığını görürüz. Bu durumda ışığın (yansıyan ışığın) genişlemesi eksen doğrultusundaki uzantıyla birlikte aynanın eksenlerinin uzantılarının tersi bir yönde olur. Sonra, bu çukura taban çapı dört parmak olan silindirik çukur bir aynayı düzgün bir hat oluşturacak ve alt kısmı da tepe noktası ile çakışacak şekilde yerleştirelim. Bu durumda da daha önce sözkonusu edilen hususları her hangi bir ve değişiklik olmadan gözleyebiliriz. Tek değişen şey ışığın düşme yerindeki genişleme uzantısıdır. Daha sonra ayna ve muntika arasındaki mesafeyi aynaya mümkün olduğu kadar yakın bir yerde opak bir yüzeye keselim. Bu durumda opak nesne üzerine düşen ışığın ayna yüzeyinden daha küçük olduğunu görürüz. Opak nesnenin uzaklaştırılmasıyla birlikte küçülme ortadan kalkmaz. Ancak çok ince bir çizgi halini alır ve

ışınların toplanmasıyla birlikte ışık da silindirin eksenine çakışacak şekilde inceler yani bir çizgi halini alır. Sonra, enileşmeye başlar ve genişler en sonunda da şekilsiz bir hal alır. İsterse bu silindirik çukur aynanın çapı on parmak olsun, diğer aynalarla yapılan deneylerdeki hususlar değişmez; sadece ışığın şekli ve yayılımında bir değişme olur. Bunun dışında fark ortaya çıkmaz. Ancak eğer biz yansıyan ışığın mesafesini muntika ve ayna yüzeyi arasında kesersek ışığın son derece incelmesini ve yeğinliğinin arttığını görürüz. Bu incelme tam bir doğrusal çizgi halini almayla son bulur. Ancak opak nesneyle muntikanın üstünde kesilirse bu böyle olur.

İki çukur konik aynayla yapılan deneylere gelince, eğer bu aynalardan birini, gaye hattı üzerinde bulunan cetvelin konumuna orantılı bir şekilde oyugun tabanıyla düzgün bir çizgi oluşturacak biçimde yerleştirirsek ve cetveli itersek, bu durumda şakülün düşme noktasının yarıçapı ondört parmak olan bir daireyi gaye hattının kestiği nokta olduğunu görürüz. Bu belirleme terimsel bir belirlemedir ve deneyde gereklidir. Bu iki aynadan birisinin dairesellik yarıçapı yükseklik dairesinin yarıçapından daha küçük; diğerinin yarıçapı ise daha büyüktür. Bu her iki durumda da daha önce belirtilen deney durumlarının tümünün mevcut olduğunu görürüz. Ancak burada ışık silindirik aynada olduğu gibi darlaşmaya başlar; bundan dolayı da yeğinliği artar; ve ortaya çıkan iki ışıktan birisi muntikanın üzerinde, diğeride altında bir çizgi halini alır. Ancak buradaki fark, silindirik aynadaki ışığın konumunun şekline oranla, konik aynanın tepesi yönünde toplanması

nedeniyle ışığın (konumunun) daha belirgin bir hal almasıdır. Bunun dışında yedi ayna çeşidinin her birinin yüzeyindeki bir noktanın konumu bu aynanın yüzeyindeki bir noktanın konumuyla kıyaslandığında, o yüzeydeki herhangi bir noktanın konumuna benzediği görülür. Bundan dolayıda, bu aynanın yüzeyinde olduğu varsayılan herhangi bir noktanın yansımalarının niteliğinde de bir farklılık olmaz ve çukur ve tümsek iki küresel aynadaki iki noktanın muntika deliğinin merkezindeki özel bir konumda bulunan cetvelin yüzeyindeki, şakülün düşüş noktası üzerinde olduğunu gösterebiliriz. Bu durumda görüntü yüzeyi o ayna yüzeyine diktir. Silindirik aynada ise bunun bir çizgi olacağı daha önce açıklanmıştı. Bu benzerlik düzlem aynada da açıkca ortaya çıkar ancak orada tek görüntü söz konusudur. Tümsek ve çukur küresel aynalarda da durum aynıdır. Ancak, çukur ve tümsek silindirik ayna da ise, bu aynaların yüzeyinde bulunduğu varsayılan her nokta düz bir çizgi oluştururlar. Bu silindir yüzeyinin dışında kalanlar ise bir daire oluştururlar. Çukur ve tümsek konik aynalar da ise, bu aynaların yüzeylerinde olduğu varsayılan noktalardan bir tanesi düz bir çizgi oluştururken, iki tanesinin, eğer birleşirlerse bir daire oluşturacağı, benzer şekilde eğer ayrılırlarsa da, ayrılım oranında bir koni oluşturacağı açıktır. Işığın düştüğü yerde en büyük ve en küçük ayrılım, (konileşme) yani koni eksenindeki ışınlarla birleşen en yakın ve en uzak ışınlar görülmez. Bunu şöyle inceleyebiliriz: bu aynaları cetvelin eni üzerine, yani itidal hattı üzerindeki hatlara intibak ettirirsek, ya da şakül

doğrultusunda değişimin olmaması koşuluyla intibak ettirsek, yukarıda belirtilen durumların hiçbir şekilde değişmediğini görürüz.

Tenkiş

Yedi aynadan her biri aynadaki cetvelin konumunu ve itidal hattı üzerindeki cetvelin yüzeyindeki her bir ayna konumunu ve deliğın konumunu, ufuk düzleminden boşa çıkarıp yansıma kanununu gözleyebilmek için değiştirirsek, bu durumda mıntıkadaki ışığın merkez doğrultusunu, şakülün üzerinde bulunması koşuluyla elde etmiş oluruz. Bu durumda, o doğrultunun, ışığın girdiği deliğın merkezine olan uzaklığının ışığın merkez doğrultusundaki deliklerin merkezlerinden geçen daireden yansıyan ışığın merkezine olan uzaklığına eşit olduğunu görürüz.

Tekmile

Bu özellikler daha önce güneş ışığıyla denenmişti. Diyoruz ki, aynı şekilde bu durum eğer, güneş dışında deney odasına giren, özsel ya da ilineksel herhangi bir ışık kaynağının ışığıyla, örneğın, ateş aleviyle ya da gündüzleyin yayılan güneş ışığıyla (gün ışığı) denenirse, bu bölümde boruyla ya da borusuz yapılan diğer deneylerde kullanılan bu aynaların

her birinde suretlerin yansıma deliğinin merkezi üzerinde olduğu görülür. Yine aynı şekilde gelen ışın, yansıyan ışın ve Normalin aynı düzlemde olduğunu ve geliş açısıyla yansıma açısının da eşit olduğunu da daha önceden bilmekteyiz.

Matlub

Yansıyan bir ışın eni olmayan bir çizgi ya da eni ve boyu olmayan bir kalınlık değildir. O bir ilinedir. Gelen ışın konusunda olduğu gibi, nesnesiz de var olamaz. Eğer böyleyse, o zaman ışık parlak bir yüzeye geldiği miktara eşit bir miktarla yansır. Bu konu çok önemlidir.

Sual

Bunu biz nasıl açıklayabiliriz ? Çukur bir aynada, ışın konisinin bir noktada son bulduğu ve sonrada genişlemeye başladığını, silindirikte ise bir çizgi olarak son bulduğunu ve sonra da genişlemeye başladığını açıklamıştık.

Cevap

Işık konisinin son bulduğu bu nokta, bir noktada birleşen iki koninin tepesi arasındaki ortak kesittir. Adı geçen hat ise, bitişik olan iki koni arasındaki ortak kesittir. Aynı zamanda Birinci Kitap'ta geçmiş olduğu üzere, diyoruz ki, eğer çizgi ve noktayı ışıkta sözkonusu edersek, bu durumda belirtilen nokta ve çizgi geometrik olur.

2) Daha önce Birinci Kitapta açıklandığı gibi, ışık ışıklı bir nesnenin her noktasından, karşısında bulunan opak bir nesnenin her noktasına doğru yayılır; bu yayılım, ışıklı nesne ve deney odasındaki delik arasında koni şeklinde olur ve delikle odanın duvarında ya da tabanında da bu ilk koniye orantılı diğer bir koni ortaya çıkar.

Işıklı bir nesnenin bütününden; parlak bir ayna yüzeyine doğru çıkan ışık ve aynanın bütününden yansıyan ışık iki koni oluştururlar. Tıpkı, karanlık bir odadaki delik ve ışık kaynağı arasında oluşan koni gibi; karanlık odaya giren ışığın oluşturduğu koni oranında da yansır. Ayrıntılı olarak belirtmek gerekirse, ışıklı bir nesnenin her bir noktasından parlak bir yüzeye doğru çıkan ışık tabanları parlak nesnenin yüzeyi ve tepeleri de bu nesnenin üzerindeki noktalar olan koniler oluşturur. Tıpkı ışıklı nesnenin tümünden parlak yüzeye doğru giden ışığın tabanı parlak yüzeyde ve tepesinde bu nesnede bulunan bir koni oluşturması gibi. Bu durum, kendinden ışıklı ya da ilineksel ışıklı nesnelere ile parlak ya da opak bir nesne arasında benzer şekilde gerçekleşir.

3) Parlak bir nesneden çıkan ışığın, üzerlerine yansıdığı bütün yerlere doğru konik bir şekilde yayıldığı daha önce belirtilmişti. Parlak bir yüzeyin her bir noktasından, bu yüzey aracılığıyla bütün yerlere doğru yansıyan ışık, tabanları bu yansıma alanları ve tepeleri de parlak nesnenin yüzeyindeki noktalar olan, koniler şeklinde yayılır. Tıpkı parlak nesnenin bütününden bir alana doğru yansıyan ışığın, tabanı bu

parlak nesne ve tepesi de o alanda olan bir koni şeklinde yansması gibi. Bundan dolayı, yansmayla ortaya çıkan görüntüler bütün ayrıntılarıyla görünürler. Öyleki bu durumda eğer, ayna son derece düzgün ve parlatılmış bir aynaysa, her hangi bir farklılık sözkonusu olmaz. Eğer bu aynalar göz eksenine dik bir konumda bulunurlarsa, görüntülerin netliği daha da artar. Bu durum diğer aynalar için de geçerlidir. Ancak ayna dışındaki parlak nesnelerin yansıttığı görüntüler de bir farklılaşma sözkonusu olabilir ve hata oluşabilir. Bu konular ileride ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

4) Kaynaklarından koni şeklinde gittikçe genişleyerek ayrılan ışınlar, iki nedenden dolayı zayıflarlar: 1) ayrılım 2) mutlak uzaklaşma. Buna karşılık kaynaklarından gittikçe birleşerek ayrılan ışınlar ise yığılmadan dolayı kuvvetlenirler.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Üçüncü bölüm, yansımanın gerçekleşmediği durumlar konusundadır. Yansıyan ışıklar konusu ayrıntılı olarak incelendiğinde, bu ışınların bir kaynaktan değil, parlak bir yüzeyden çıktığı anlaşılır. Işınlar katı, pürüzlü, kendine özgü rengi olan ve ıslak olmayan katı bir yüzeyde eğer bu nesnelere yüzeyleri parlak değilse, yansımazlar, ışıklar ancak parlak ve saydam yüzeylerden yansır. Bununla birlikte, bazı nesnelere ise ışık kısmen nüfuz eder ve kısmen de yansır. Bu açıklamalara dayanarak ışığın parlak özel bir takım nesnelere yansıdığına zorunlu olarak karar veriyoruz. Bunun anlaşılmasını sağlayacak örneklerin açıklanması daha önce geçmişti. Buradaki açık fark yansımanın özelliklerinin bu tür örneklerle anlatılmasındandır.

Eğer biz, küçük bir topu bir ayna yüzeyine dik olarak düz bir çizgi boyunca, aynayı kırmayacak ve zedelenmeyecek bir kuvvetle fırlatırsak, bu durumda, topun ayna yüzeyine ulaştığı çizgi boyunca geri döndüğünü ve sonra da ağırlığından dolayı aşağı doğru eğimlendiğini görürüz. Eğer ayna ya da topun hareket doğrultusunu değiştirip ve tekrar topu fırlatırsak, bu durumda topun, fırlatılma doğrultusuna paralel karşılık bir doğrultuda geri döndüğünü ve ağırlığından dolayı da eğim kazandığını ve topun yüzeye geliş ve yüzeyden uzaklaşmasının da (birbirine) orantılı olduğunu görürüz. Çünkü başlangıçtaki hareket kuvveti çarptıktan

sonra topun, bu orantı üzerine geri dönmesini gerektirir. Bu anlatım bu konunun açıklanması ve belirlenmesinde yeterlidir. Aksi takdirde bu örneğe dayanarak ayna yüzeyinin sertliğinden dolayı ışınları yansıttığını kabul etmek bizim için kolay olmazdı. Çünkü ışınların, yakut ya da billur gibi saydam ve sert nesnelere girmesine engel yoktur. Sert saydam nesnelere giren ışınlar zayıflamadığı gibi, su gibi yumuşak saydam nesnelere giren ışınlarda zayıflamazlar. Bununla birlikte süt, donmuş yağ ve benzeri yumuşak nesnelere ışığın girmesine engel olacak bir opaklık vardır. Geriye ışığın nüfuz edebildiği ve yüzeyinden yansiyabildiği nesnelere ilgili açıklamalar kaldı. İster tek bir kaynaktan isterse birkaç kaynaktan çıksın, yüzeye gelen ve yüzeyden çıkan ışık kuvvetlerin farklılığından dolayı, (tek bir ışın) iki farklı ışın halini alır. Parlaklık bunlardan birinin, saydamlık da diğerinin kaynağını oluşturur. Gerçekte bu konu henüz çözümlenememiştir. Bunun cevabı ancak *tek olmak değişmeye engel değildir*, olabilir. Yinede, doğrusunu Allah bilir. Biz, parlak olmayan bazı opak nesnelere ışığın aynı zamanda yansımaya uğradığını söylemiyoruz. Zaten yukarıdaki örneklerden de buna benzer bir örnek mevcut değildir. Aksine biz küçük parlak bazı nesnelere ışığı yansıtılabileceğini söylüyoruz.

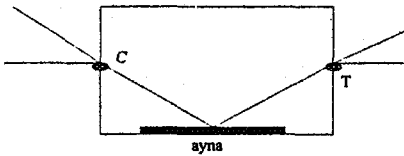
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Dördüncü bölüm, yansıma aracılığıyla oluşan görüntülerin niteliği hakkındadır. Optikçiler bu konuda ihtilaf halindedirler. Tabiatcılar'ın bir kısmı yansımayla oluşan görüntünün bir nesnenin suretinin izlenimiyle meydana geldiğini savunurken, Ta'limciler ise gözden çıkıp parlak bir yüzeye ulaşan ve oradan da, daha önce açıklandığı üzere yansyarak görünen bir nesneye giden ve onun algılanmasını sağlayan bir ışın konisi aracılığıyla oluştuğunu savundular. Bu iki görüşten her biri, göz ve nesne arasında bulunan bir orantıya dayanmıştır. Pek çok konuyla uğraşmalarına rağmen bu hususa çok önem vermişlerdir. Fakat bu meyanda bekledikleri dayanak gerçekleşmemiş ve gözle nesne arasındaki orantıylada gereken bağlantıyı elde edememişlerdir. Bundan dolayı onlar araştırmacıların (muhakıkların) konuyu yeniden ele almasına karar verdiler, bu hususu çok önemsediler ve nitelikli, güvenilir deneyler gerçekleştirdiler.

Yansıyan ışınlar düştükleri alanlara renkleri de taşırlar. Bununla birlikte biz örneğin bir T deliğinden bir deney kutusuna ışığı giren kendinden ışıklı bir nesnenin kendisini görmeyiz, ancak bu ışın eğer düştüğü yerden ışığın çıkabileceği diğer bir deliğe örneğin bir C deliğine yansırsa (şekil³³²) bu durumda biz onu bu ikinci delikte görebiliriz.

³³² Taqiyüddin'in verdiği bilgiyi şu şekilde gösterebiliriz.

Eğer iş böyleyse sorun yok demektir. Yine aynı şekilde, bir nesnenin aynadaki görüntüsünü de bu deliklerden giren ışık nisbetinde görebiliriz; aksi takdirde göremeyiz. Çünkü görme ancak bir ışığın ya da görünen bir rengin ışığının ayna yüzeyine gelmesi ve daha sonra oradan da yansıma yoluyla gözün celidiye tabakasına ulaşmasıyla oluşur. Ancak burada göz özel bir konumda bulunmaktadır. Yani görme görüntülerin ışın doğrultusunda bulunmasıyla gerçekleşir. Göz, ayna yüzeyinin karşısındaki herhangi bir konumda ya da doğrultuda bulunduğu, biz ayna aracılığıyla herhangi bir görüntüyü algılayamayız; ancak yukarıdaki konumda bulunduğu algılayabiliriz. Eğer aynanın konumu değiştirilirse, bu durumda görüntü gizlenmiş olur ve bu konumda görünebilen bir nesne görünmüş olur. Eğer aynayı daha önceki görüntünün açığa çıktığı konuma doğru eğimlendirirsek, bu durumda o ilk görüntü geri gelmiş olur. Eğer aynayı yavaş hareket ettirirsek, bu durumda nesnelerin görüntüleri de hareket etmiş olur ve hareketin belirli bir yönde devam etmesiyle de, görüntülerinde ayna yüzeyinin bitimine doğru derece derece hareket ettiğini ve sonunda tamamen kaybolduğunu görürüz. Eğer ufuk düzlemine koşut bir konumda bulunan bir aynaya dik olan bir nesneye bakarsak, o nesnenin tepesini aşağıda, tabanını yukarıda ve aynanın içine gömülmüş olarak görürüz. Bu değişim aslında bir yanılmalıdır, gerçek değildir; tıpkı çukur aynalarda olduğu gibi.



Bunun nedeni de koninin eksen doğrultusuna yakın olmasıdır. Öyleki, dik olan nesnenin ayna eksenine daha uzak olan tepesini alt kısmına orantılı olarak ayna üzerindeymiş gibi görürüz. Bu hatalardan ileride sözedeceğiz.

Eğer, kendi suratımıza bakacak olursak sağ tarafımızı solda, sol tarafımızı da sağda görürüz. Örneğin suratımızın sağ tarafını boyasak ve aynada suratımıza baksak, sağ tarafımızı solda ve sol tarafımızı da sağda olarak görürüz. Bu değişik algılamada bir yanılsamadır gerçek değildir. Çünkü biz sanki karşımızda başka bir kimse varmış gibi zannederiz. Öyleki sağ tarafımız onun sol, sol tarafımız da onun sağ tarafıymış gibi görünür. Görme kusurları bölümünde bunları yazacağım.

Daha önce çukur aynalarda dört yönün yani sağ, sol, alt ve üstün tamamıyla yer değiştirmiş olarak görüldüğü yazılmıştı. Yani alt üste, üst altta sağ solda ve sol da sağda görünür. Bütün bu durumlar daha önce yapıları açıklanan alete düzlem ayna yerleştirerek yapılan deneyde elde edilen sonuçları olumsuzlamaktadır. Eğer beyaz bir kağıt üzerine bir kelime yazarsak ve bu kağıdı B deliğinin dışındaki mantıka yüzeyinin iç kısmında bulunan delik üzerine yerleştirirsek ve deliğin üst tarafında bulunan mantıka yüzeyine bir gözümüzü yerleştirerek yansımanın ortaya çıktığı deliğe bakarsak, bu durumda kelimenin yönlerinin değiştiğini yani, sağın sol, solun sağ, üstün alt ve altında üst olarak görüldüğünü görürüz. Bütün bunlarda bir yanılsamadır. Tıpkı dik bir şeyin başaşağı görünmesi gibi.

Sonra, düzlem aynanın yerine dış bükey küresel bir ayna yerleştirip aynı deneyleri yapsak, bu durumda da yanılısama nitelikli değişimleri görebiliriz. Ancak, sözkonusu yazı daha incelmış olarak ve daha kısa bir mesafede görünür.

Daha sonra, aynı yere çukur küresel bir aynayı kavislilik merkezi muntika'nın üstünde olacak şekilde yerleştiririm. Bu durumda da yazı, muntika yüzeyinin en üst kısmına yakınlaştığı ve merkezden uzaklaşmış olduğu için, daha uzak bir mesafede ve daha kalın olarak görünür. Ancak bu konumunda, yazı görme kuvveti ve ayna yüzeyiyle yazı arasında oluşan duyum alanına yakınlaşmış olur. Bundan dolayıda kenarlar kalınlaşmış görünür ve bu konumdan uzaklaştıkça şekil küçülür. Bununla birlikte, yine yanılısama nitelikli olarak sağ sol, sol sağ, alt üst ve üstte alt olarak değişime uğrar. Eğer aynanın kavislilik merkezi muntikanın altında ise, yazının görüntüsü baş aşağı olarak ve sağ solda sol da sağda görünür; bu görüntünün değişimi gerçekte konumsal bir değişimdir. Bununla birlikte, aynanın kavislilik merkezi göze yaklaştıkça yazının kenarları kalınlaşır, uzaklaştıkça da incelmış olur.

Daha sonra, aynı yere silindirik tümsek bir ayna koyalım. Bu durumda yazı, tümsek küresel aynada görüldüğü gibi görünür. Ancak tek fark silindirin uzunluğunca uzamış olmasıdır. Tümsek konik aynada da durum aynıdır. Ancak, konikliğin gerektirdiği ölçüde bir uzama sözkonusudur.

Daha sonra, aynı yere silindirik çukur bir ayna yerleştirelim; ve bu aynanın eksen konumunun deliğin merkezinde mi, altında mı, yoksa üzerinde mi olduğunu belirleyelim. Bu durumda görüntü, küresel çukur aynada olduğu gibi uzaklaşmış olur. Ancak tek fark görüntünün eksenin doğrultusunca uzamış olmasıdır. Konik çukurda ise eğer koni eksenini muntika üzerindeyse bu hususlar, koni köşelerine açılara bağlı olarak görünen (meri) nesnenin görüntü açısında büyümesinden dolayı bir silindir kesiti üzerindeymiş gibi olur.

ÖZET

Üzerine her görüntüden ışınların geldiği ayna yüzeyleri bu yüzeyler tarafından ya gerçek bir değişime uğratılırlar ya da ikincil ışınlar olarak yansıtılırlar. Öyleki görüntünün her bir noktasından aynadaki her bir noktaya kendilerine nazaran farklı bir konuma geçerler ve bu ışınlar özel bir konum üzere yansır. Bu konum o görüntünün renginin de taşındığı bir doğrultuyu gerektirir. Bu da yansımaya ortaya çıkan konilerden birisinin tepesidir. Yani kişinin yansıma aracılığıyla ışığın çıktığını gördüğü yer olan noktadır.

SONUÇ

Yansdıktan sonra ışıklar ve renkler asla karışmazlar. Tıpkı düz ışıklar³³³ in karışmadığı gibi. Bunun açıklaması daha önce geçmişti. Bu durum ışıklandırılmış bir odanın tabanına konulacak bir aynayla denenebilir. Bu odanın dört duvarından her birini özel bir renge boyayalım. Bu durumda gözlemci tam karşısında bulunan duvara baktığında o duvarı örten özel rengi görecektir. Sonra başka bir yöne doğru döndüğünde; bu kez de karşısında bulunan diğer rengi görecektir. Demek ki renklerden biri diğeriyle karışmamaktadır ve her renk kendisini taşıyan ışık tarafından ayna yüzeyine iletilmekte ve oradanda özel bir doğrultuya yansıtılmaktadır. Kaldı ki bir karışım sözkonusu olsa bile renkte bir azalma ya da artma olmaz. Tıpkı ayna yüzeyinde tek bir şahsın görüntüsü varken artma olmadığı gibi, daha önce açıklandığı üzere bir ayna yüzeyindeki her bir noktaya göre orantılı olarak, neredeyse sonsuz sayıda görüntü gelmesine karşın bir karışma sözkonusu olmamaktadır. Bu bir fehim denizidir, bundan vehim gelebilir.

³³³ Yönünde, hızında ve miktarında değişime yol açacak herhangi bir durumla karşılaşmadan, kaynağından çıktığı biçimiyle yayılımını sürdüren ışınlara düz (müstakim) ışınlar denir. Doğrudan Görme (Direct Vision)'de bu ışınlar geçerlidir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

Beşinci bölüm, yansımanın niteliklerinin dökümü konusundadır, ve sekiz nitelikten oluşur.

1) Eğer sabit bir aynanın yüzeyinde sabit bir şahıs görünüyorsa, bu durumda ayna yüzeyinin o noktasında başka bir şahsı görmek mümkün olmaz; diğer bir şahsın görüntüsü ancak, ayna yüzeyinin diğer bir noktasında ortaya çıkar. Bu da açık ve seçik bir durumdur.

2) Yansıma aracılığıyla göze gelen ışık, tabanı nesnede, tepesi de gözde bulunan bir koni oluşturur; ve bu konide ayna tarafından yansıtılır. Koniden kastettiğimizde tepesini başlangıçta genişliği olan ışın çizgilerinin, gittikçe darlaşarak birleştikleri noktanın oluşturduğu ve tabanı da daire, kare, dikdörtgen ya da herhangi eğri bir yüzey olabilen bir şekildir.

3) Tepesi göz ve tabanı da düzlem aynadaki görüntü olan bir ışın konisinin ekseninin, ayna yüzeyindeki meri nesnenin görüntü konumu doğrultusunca uzadığını varsayarsak, bu durumda ayna yüzeyine geldiği düşünülen ışınlar bu koninin tabanının yer aldığı meri nesnenin yüzeyinde bulunan eksen doğrultusunca yansılar. Bunun kanıtı daha sonra **Görüntünün Oluşumu Bölümünde** gelecektir.

4) Asıl ışınlar sonlu olmadığı gibi yansıyan ışınlar da sonlu değildir. Öyle ki bunlar da bir, iki, üç vs, gibi pek çok kez yansımaya uğrayabilirler: Bunu şu deneyle göstermek mümkündür: Tam karşımıza bir ayna koyalım, daha sonra da başka bir aynayı yüzeyi ilk aynayla karşı karşıya ve arka tarafı da burun hizamızın altında olacak şekilde tutalım; ve ilk aynanın ötesine, ancak ışığı ikinci aynanın yüzeyinin tamamını aydınlatacak şekilde bir mum yerleştirelim ve ilk aynaya bakalım. Bu durum da orada, ikinci aynanın görüntüsünü, ışığın görüntüsünü, birinci aynanın görüntüsü, tekrar ikinci aynanın görüntüsü, mumun ışığı v.b. görülür. Aynı zamanda, görüntülerin karşılıklı tekrar tekrar açığa çıkması sonucu oluşan daralmaya bağlı olarak da görüntüler gittikçe küçülürler. Öyle ki, ışınların koni eksenine doğru gittikçe yaklaşmaları ve küçülmeleri nedeniyle sonunda algılanamayacak bir hal alırlar; ve görüntülerin çoğalmasından dolayı da teşhisleri kolay olmaz. Öyle ki, bu tekrarlar beş altı ve çok daha fazla sayıda olabilirler ve sonuçta artık görüntü seçilemez bir hal alır.

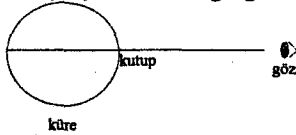
5) Aynadaki görüntülerin görünüm konumları sonsuzdur. Çünkü ayna yüzeyinde bulunduğu varsayılan her konum aynadaki noktalardan sadece birisidir. Ancak bu görünüm konisinin tabanının merkezi aynada görüntüsü çıkan görünür nesnede bulunur. Bununla birlikte, bu sonlu olmama kuramsaldır, pratik değildir.

6) Işıklı nesne ve ayna yüzeyini birleştiren her çizgi, eğer ayna yüzeyindeki bir noktaya dik ise bu durumda ışıklı nesnedeki bir noktanın görüntüsü bu çizgi boyunca geri yansır; ve bu çizgi aynı zamanda hem

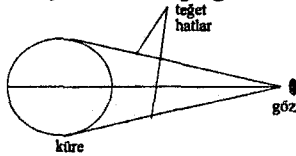
geliş hem de yansıma çizgisi olmuş olur. Ancak başlangıcı ve sonu birbirinden ayrılır.

7) Düzlem aynanın yüzeyinin tamamı göz karşısındaysa görme olanaklı olur. Ne kadar geniş olursa olsun, küresel tümsek aynada ise, bu aynayla çevrelenmiş bir daire görünür. Göz merkezinden küre merkezine doğru uzayan hat, bu kürenin kutbundan geçer (şekil³³⁴). Bu küreye teğet olarak geçen ve onu çevreleyen hatlar ise gözden geçerler (şekil³³⁵). Tek bir göze oranla büyüsün ya da küçülsün, bu parça hiçbir zaman yarı küre olmaz. Çukur küresel ayna da ise yarı küre şeklinde olur. Hatta bu aynada bilindiği üzere, görüntünün çoğalması beklenir. Silindirik ve konik çukur aynalarda ise, yine aynı şekilde, bu aynalarda, yarımından daha fazla görünme olanaklı olmakla birlikte, görünen yarım koni ve yarım silindiridir. Çukur silindirik aynadaki görüntüyle çevrelenen şekil, karşılıklı kenarları birbirine paralel ve tabanı iki kenarının çevrelediği bir daire parçası olan bir dörtgen; buna karşılık çukur konikte görülen şekil ise, tabanı yine bir daire parçası olan ve iki kenarı koninin tepesinde kesişen bir üçgendir. Tümsek silindirik ve tümsek konik aynalarda ise, bu her bir aynada görünen yüzeyin şekli bu aynaların karşılığı olan çukur

334 Şu şekilde olduğu gibi.



335 Şekilde olduğu gibi.



aynalarda görünen şekle benzer (nazir) olur. Ancak bu iki aynada görünen yarım koni ve yarım silindirden daha azdır; ve onun yarım ya da daha fazla olması olanaklı değildir.

8) Tümsek kısmı parlak olan konik bir aynada, eğer göz merkezi bu koninin ekseni doğrultusunda ve tepesi yönündeyseniz bu durumda göz bütünüyle görür. Eğer çukur kısmı parlak bir konik ayna söz konusuysa ve göz de eksen doğrultusunda ve taban yönündeyseniz yine aynı şey söz konusu olur. Eğer bu doğrultuda bir miktar eğim söz konusu olursa, bu durumda yüzey üzerinde düzgün bir çizgi olmaz ve eğer bunun aksi bir durum söz konusu olursa tümsek bir aynada daha önce söz konusu edildiği üzere bir üçgen görüntü ortaya çıkar. Çukur aynada ise görüntü bütünüyle ortadan kalkar.

ALTINCI BÖLÜM

Altıncı bölüm, görüntüler ve oluşumları konusundadır. Beş amaçtan oluşur.

BİRİNCİ AMAÇ

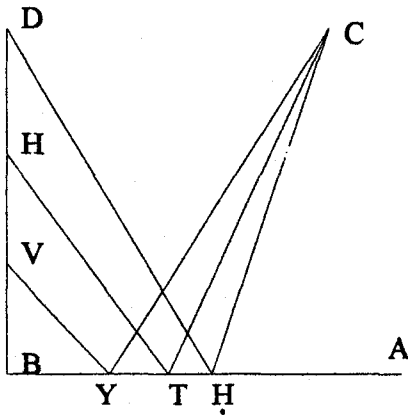
Birinci amaç, düz ayanada oluşan görüntüler konusundadır. Bir giriş ve yedi problemten oluşur.

GİRİŞ

Bakan bir kimsenin, ayna yüzeyinin içine gömülmüş gibi sandığı surete görüntü adı verilir; ve o suretten yüzey boyunca uzantıların çıktığı varsayılır. Eğer bu uzantı bir çizgi ise buna **yansıma çapı**, bir yüzeyse **yansıma yüzeyi**, seretten bu uzantıların çıktığı her bir noktaya **yansıma noktası**; ve bu noktadan yüzeye dik olduğu varsayılan dikmeye de **yansıma dikmesi** adı verilir. Üzerinde geliş ve yansıma açılarının bulunduğu varsayılan yüzeye yani yükseklik yüzeyine de **görüntü**

yüzeyi denir. Bunlarla ilgili kanıtlamaların yapıldığı deneyler ileride gelecektir. Şimdi problemlerden sözeceğiz.

1) Meri bir nesnenin noktalarından her biri, eğer doğrusal bir çizgi boyunca yansılırsa ve bu çizgi de ayna yüzeyine dikse, bu durumda o noktalar yansıma kesitinde birleşirler. Aynı şekilde, eğer eğik bir konumda olurlarsa, göz merkeziyle birlikte tek bir yüzeyde birleşirler. Bu durumu şu deneyle göstermek mümkündür: Eğer bir ayna yüzeyi üzerine silindir şeklinde bir mili dik olarak yerleştirirsek, bu durumda mili geliş açısına bağlı olarak dik, buna karşılık yansımayla yansıma açısına bağlı olarak da aynanın içine gömülmüş başka bir uzantıymış gibi görürüz. Çünkü, bu durumda göz merkezi, milin üzerinde bulunduğu doğrusal çizgi ve görüntü yüzeyindeki yansıma noktalarından herbiri tek bir düzlemde birleşmişlerdir. Buna göre AB bu ayna üzerindeki yansıma kesiti; C göz merkezi; BD milin silindirik yüzeyindeki doğrusal çizgi -ki bu çizgi yansıma kesitine diktir-; HV'den herbiri de bu ikisi (B ve D) arasındaki iki nokta olsun. Bu durumda bir kalemin ucuyla görüntü



konumunu belirleyelim ve gözümüzün biriside bu yansıma noktalarının üzerinde olsun.

Bu konum üzere, H noktasının izdüşümünü D'de, T'nin izdüşümünü H'de, Y noktasının izdüşümünü de V'de görürüz. Bütün bu izdüşüm noktalarının

kendilerini ise AB doğrusu üzerinde ve B noktasından başlayarak

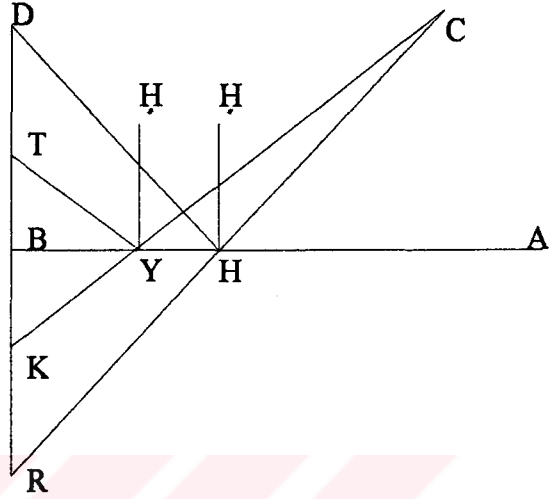
birbirini izleyen Y, T, ve H olarak görürüz. Bu şekil üzerinde bunları geliş ve yansıma doğruları olarak tasavvur edelim. Özet olarak DB milinin yansıma çapı HB'dir. Ayrıntılı olarak söylemek gerekirse, DH'nin yansıma çapı HT, TY'nin ki HV ve BV'nin ki de YB'dir. Yansıma kesiti (AB) ve mil doğrultusu (DB) aynı düzlemde bulunurlar. Çünkü mil ve Onun yansıma çizgisi tek bir yüzeyde iki ayrı doğrultuymuş gibi görünmelerine karşın, gerçekte tek bir doğrultudan ibarettirler. Bunun nedeni **Yön Yanılsamaları** konusunda geçmişti. Ancak görüntünün aynanın içine gömüldüğünü sanmamızın nedeni ise görüntünün milin tersi bir yönde, yani bizden uzaklaşan bir doğrultuda uzanması ve görüntüyü geri yansıtan ayna yüzeyinde çok parlak olması dolayısıyla yüzeyini görmemizi engellemesidir ve bu durum, bizim onu adeta arkasında bir karaltı bulunan içi boş bir küre olarak sanmamıza neden olur. Mili öne veya arkaya doğru eğsek bile bu yansıma noktaları yine de doğrusal bir çizgi üzerinde olacaktır. Çünkü bu noktalarla görüntü yüzeyi birleşmişlerdir. Bundan dolayı bazen mil ve görüntüsünün tek bir şey olduğu yanılgısı sözkonusu olabilir. Ancak yine de en çok birinci şekildeki yanılgı (yani nesnenin aynanın içindeymiş gibi sanıldığı) ortaya çıkmaktadır. Milin sağa ya da sola eğimli olduğunu düşünsek bile, onun doğrultusunda bir değişme ortaya çıkmaz. Bunun nedeni de yansıma kesitlerinin çokluğudur. Böylece mil ve görüntüsü bir çubuğun iki ayrı parçasıymış gibi görünürler.

2) Bu bilimden anlayanların bakış açısına göre, milin görüntüsü değişik aynalarda bazen kendisine eşit uzunlukta düz bir şey, bazen daha

kısa ya da daha uzun veya bazen de yarısı düz yarısı ters dönmüş olarak ortaya çıkmaktadır. Böylesi değişik görüntüleri tesbit etmek için (bu bilimin uzmanları) şekiller önerdiler. Buna göre mil doğrultusu (gelen ışın doğrultusu) ve yansıma doğrultusu yüzeye dik olacak ve böylece açılar da kontrol altına alınabilecektir. Açıklanan bu düzlem ayna ABCD olsun. Yine kural gereği, DB, AB'ye dik ve H'de D'nin yansıma noktası olsun. DH'yi birleştirelim ve B'den DB'yi çıkaralım. Daha sonra CH'yi birleştirelim ve onu H yönünde H'yi de DB'yle R'de kesişinceye kadar uzatalım. Bu durumda oluşan CHB açısı dik açıdan büyük olur. Buradaki R noktası da D'nin izdüşümüdür. Sonra H noktasından AB'ye bir dik inelim. Bu dikme HH'dir ve aynı zamanda da bir yansıma dikmesidir. Bu durumda CHH açısı DHH açısına ve HDB açısı da DHH açısına eşit olur. CHH ve HRB açıları da eşittir. HB de DR' ye diktir. Burada oluşan HDB ve HRB üçgenleri de, HDB ve HRB açılarının eşit olmasından ve B açısının da her iki üçgen için ortak bir dik açı oluşturmasından, DB kenarının BR'ye ve HD kenarının da HR'ye eşit olmasından dolayı, iki eşit üçgendirler. Aynı şekilde DHB ve RHB açıları da eşittir ve bu açılar CHA açısına da eşit olurlar. Burada yansımanın diğer bir kaynağı daha ortaya çıktı. O da CH ışının R'ye nüfuz ettiğinin sanılmasıdır. Bu ise bizim bildiğimiz bir yansımadır.

3) Meri nesnenin yüzeyinden ayna yüzeyine gelen ışın bir koni oluşturur; tıpkı yansıyarak göze doğru geldiğinde oluşturduğu gibi. Bunu şöyle açıklayabiliriz: mil doğrultusu üzerindeki T'nin izdüşümü DB arasında ve onun yansıma noktasında HB arasında yani Y noktasında

olsun. Bu durumda T'nin görüntüsü de BR arasında yani K'da olsun. Y noktasından Yansıma Dikmesi (Normal) çikalım. Bu da YH olsun. Böylece kanunun kanıtlanmasıyla (yani yansıma kanununun) karşılıklı kenarların ve YTB üçgeniyle YKB üçgeninin eşit olduğu da kanıtlamıştır. Aynı şekilde, HYDT yüzeyindeki CHY konisi ve CRK konisi benzer olur. DT, RK ve TB ve KB taban parçalarının birbirine eşitliğinden dolayı eşittir. D ve T açılarından her biri de paraleli olan R ve K açılarına eşittir ve HY'de her iki açının ortak kesitidir.



4) Varsayımsal bir noktanın görüntü konumunun belirlenmesinin yöntemi: Bu nokta aynı şekildeki D noktası olsun. Bu noktadan yüzeydeki bir noktaya (dikme) inelim. Bu inilen nokta AB üzerindeki B noktası yani DB dikmesi olsun ve B yönünde bunu uzatalım. Bu uzantıdan DB'nin eşiti olan BR'yi ayıralım. R'yi de göz merkeziyle birleştirelim. Bu nokta da C olsun ve AB çizgisini H'de kessin bu nokta yansıma noktasıdır. RC'nin AB'yi H'de kesmesinin nedeni RHA açısının dik açıdan daha büyük olmasıdır. Bu noktada H noktası olsun. Eğer biz AB üzerindeki H noktasına HH' yansıma dikmesini (normal) çıkarsak bu durumda kanıtlanan kuralın aksi açığa

yine farketmez. Bütün bu görüntünün açıklanabilmesi için AB yansıma kesiti, CHD'de görüntü yüzeyinde bulunan ortak göz merkezleri olsun; R'de AB yansıma kesitine karşılık gelen görüntü yüzeyindeki diğer bir göz merkezi ve H'de bir nokta olsun. Bu noktadan ayna yüzeyine bir dikme inelim; ve yansıma kesitiyle T noktasında birleştirelim. Sonra da onu aynı doğrultu boyunca uzatalım. H'den çıkan HCD yansıma noktalarından her birini YKL noktalarına uzatalım. C ile de Y'yi birleştirelim ve uzatalım. Aynı şekilde D ile K'yı ve H ile de L'yi birleştirip uzatalım. Bunlardan herbirinin T'nin uzantısı olan M'de birleşeceğini söyleyebiliriz. Göz merkezi için yansıma kesiti (ayna) olan TN hattı da ayna yüzeyine dik olan TH'ye diktir. H'de S üzerindeki R'ye yansıyan bir nokta olsun ve RS'yi S yönünde M'yi kesecek şekilde uzatalım ki bu aynı zamanda onun görüntüsüdür de. Eğer \hat{A} noktası YKSL noktalarına dikse bu durumda geliş ve yansıma açıları birbirine eşit olur. Böylece YHT ve YMT üçgenleri KHT ve KMT üçgenleri eşit olurlar. Tıpkı SHT, SMT, LHT ve LMT üçgenlerinin ve geriye kalan açıların ve kenarların eşit olması gibi. Zaten istediğimiz de buydu.

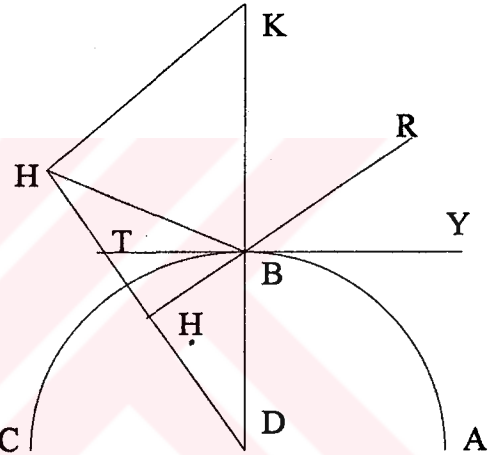
İKİNCİ AMAÇ

İkinci Amaç, tümsek küresel aynada oluşan görüntüler konusundadır.

GİRİŞ

Tümsek bir ayna ve onun dairesel kısmına teğet olan bir doğru düşünelim. Bu doğru yansımada kesitindeki bir yansımada noktasında iki açı oluşturursun. Yansımada çizgisini eğer dik bir konumda aynayı kesecek ve onun iç kısmına girecek şekilde uzatırsak, bu durumda o yansımada kesitini içten ve dıştan kesmiş olur. Böylece yansımada kesiti, kesen ve kesilen arasında teğet oluşturmuş olur. Bu bölüm altı problemde oluşur.

1) Yansımada kesiti büyük bir dairedir. Çünkü görüntü yüzeyi yani yükseklik yüzeyi aynanın küresel tümsek kısmına diktir ve bundan dolayıda küreyi merkezinden geçerek C

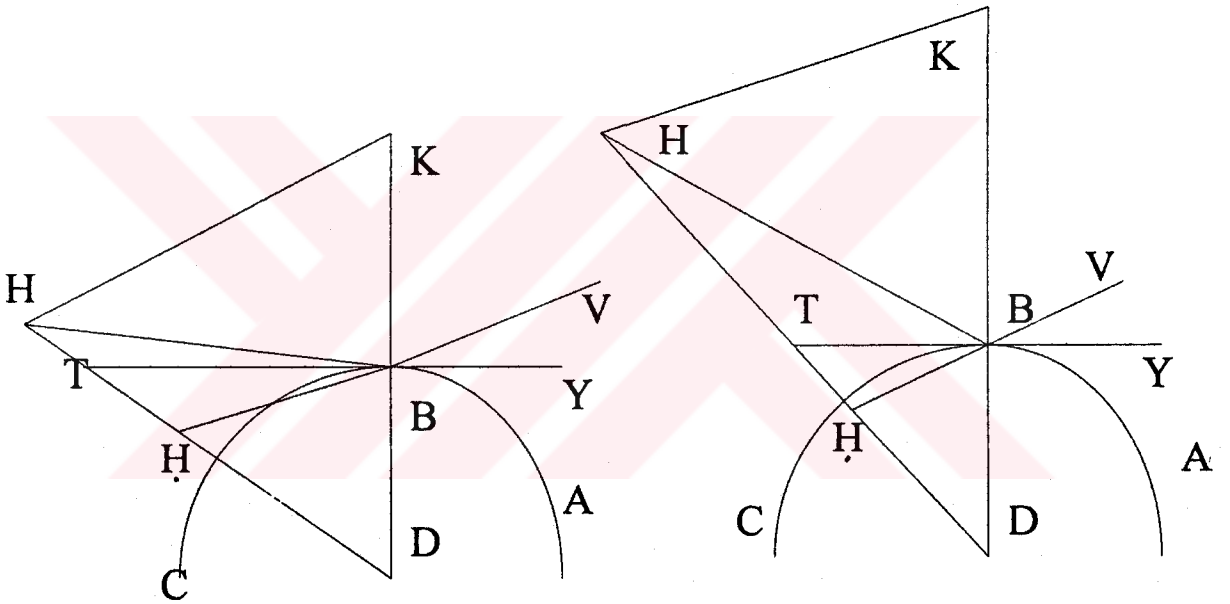


onu iki büyük daireye böler. Bu yüzeyin çaplarının yarısı aynanın çukur kısmında yarısında tümsek kısmında uzarlar.

2) Bu aynadaki yansımada noktaları, tıpkı düzlem aynada olduğu üzere milin üzerindeki noktalara bağlı olarak uzarlar. Bu durumda **Yansımada Kanununun** kanıtlanması düzlem aynadaki kanıtlamayla benzerdir.

3) Ayna yüzeyine dik olarak konulmuş bir dikmenin üzerindeki bir noktanın görüntü konumunun bulunması.

ABC yansıma kesiti üzerine DH dikini çikalım. D küre merkezi H meri nokta, görüntü yüzeyindeki V de bakan kişinin göz merkezi B'de yansıma noktası olsun. Bunun örneğini geometrik olarak yapalım. BV'yi birleştirelim ve dik çizgiyi [DH]'yi H noktasında kesecek şekilde uzatalım. Bu misaldeki görüntü yansıma noktasına [B] teğet olan çizginin yani HD doğrusunu T'de kesen ve yansıma dikine yani BK'ye dik olan YTB'nin izdüşümüdür. Sonra HB'yi birleştirelim. VBK açısının HBK açısına ve aynı zamanda DBH açısına ve onun tümleyeni olan

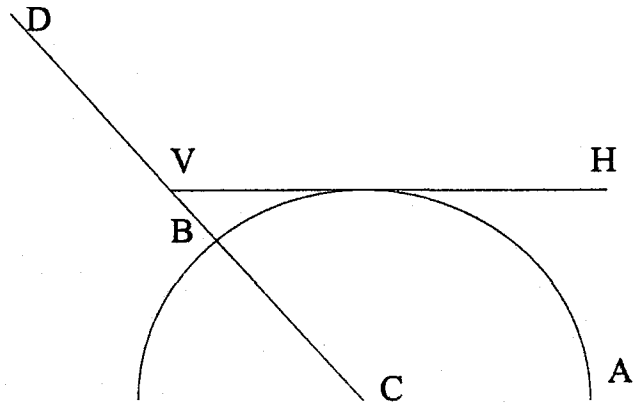


HBT açısının da $\angle HTB$ açısına eşit olduğunu; bununla birlikte $\angle HB$ 'nin $\angle BH$ 'ye oranının $\angle HT$ 'nin $\angle TH$ 'ye oranına eşit olduğunu söylüyoruz. $\angle HK$ 'yi $\angle HB$ 'ye paralel bir şekilde birleştirelim. Bu durumda $\angle HBK$ açısı $\angle HKB$ açısına yani $\angle HBD$ açısına benzer olur. $\angle HK$ $\angle HB$ 'ye eşittir. $\angle HB$ 'nin $\angle BH$ 'ye oranı ve $\angle HT$ 'nin $\angle TH$ 'ye oranı $\angle HD$ 'nin $\angle DH$ 'ye oranına eşittir. Böylece farklı bütün durumlar için kanıtlama yapılmış oldu. İstenen de buydu. Bu

kanıtlama mevcuttan farklıdır. Çünkü eğer BD çizgisi uzatılırsa, muhtemelen ya bu şekilde olduğu gibi kesitin dahilindeki çap üzerinde, ya normalin üzerinde ya da normal ve T arasında bulunur. Bu açıklamayla bu üç şekil için kanıtlama tamamlanmıştır.

4) Ayna yüzeyine dik bir konumda bulunan milin bütünüyle görüneceği ve göze olan konumuna nazaran ayna yüzeyine daha yakın olduğundan, dolayı hiçbir saklı tarafının kalmayacağı açıklanmıştır. AB [bir daire] kesiti ve DB de C merkezinden geçen dikme ve H de göz merkezi olsun. Ve bu noktadan [H] DB'yi R'den kesecek şekilde [AB] kesitine teğet bir hat çikalım; ki bu nokta göz [H] tarafınfan görünmez. Çünkü yansıma dikmesi ve kesit [AB] arasında kalmaktadır. Yani B ve V noktaları arasında kalmaktadır; ve ne geliş çizgisi ne de yansıma çizgisi yoktur. Bunu fasıla diye adlandıralım. Teğet noktası kesitin görünen sınırır. Eğer, H sabit bir nokta ise ve teğet noktası küre üzerinde bir daire oluşturacak şekilde döndürülse, bu durum da aynanın küresel kısmının görünen sınırından başka birşey görünmez.

5) Bir gözlemci için tek bir mil üzerindeki birden çok noktanın görüntüsü bu

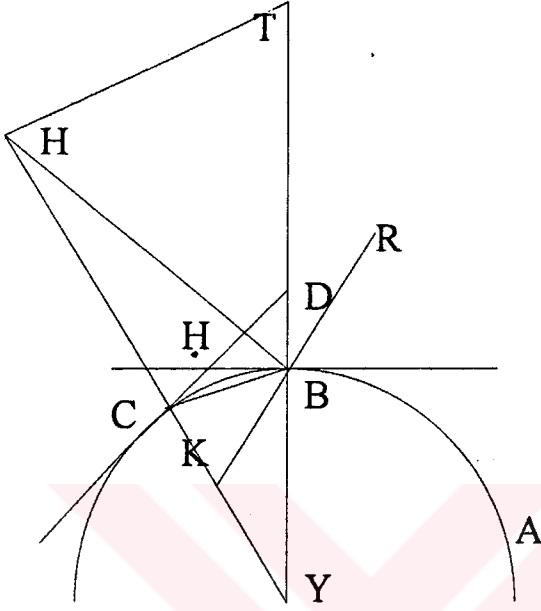


noktaların birleşmesinden oluşan tek bir noktadır.

6) Bakış merkezlerinin, yansıma noktasına teğet olan yüzeyden yüksekliğinin eşit olmadığı ve görüntü yüzeyinin değişik noktalarında bulunduğu, birden çok gözlemci için bir noktanın görüntüsü de birden çok olur. Bu iki durumun açıklanabilmesi için ABC aynanın yansıma kesiti ve D de küre merkezi ve HV'de yani H için mil üzerindeki iki nokta olsun. Bunların hepsi tek bir düzlemde bulunurlar. H'nin yansıma noktası B, V'nin yansıma noktası da T'dir. Buna karşılık, H'nin görüntüsü Y noktasında ve V'nin görüntüsü de K noktasında olur. Daha sonra DB ve DT dikmelerini çıkaralım. Bu durumda, tek bir göz olan H için H ve V noktalarının görüntülerinin birden fazla olacağını; yansıma ve geliş açılarının, daha önce kanıtlandığı üzere, eşit olduğundan dolayı da yansıma noktalarının da birden fazla olacağını söyleyebiliriz. Bir gözlemci daha olsun ve L'de onun göz merkezi H'de tek bir nesne ve M'de bunun yansıma noktası ve H görüntü yüzeyinin tamamında da N'nin görüntüsü bulunsun. Yukarıda belirtildiği gibi bu durumda görüntünün konumu da değişir. Eğer F gözlemcinin göz merkezi H de bakılan nesne olsun. Ancak her ikiside ilk görüntü yüzeyinin dışında bulunsunlar ve F'nin yansıma noktasına teğet olan yüzeyden yüksekliği, L ve H'nin yüksekliklerine eşit olması, Ş noktasının görüntüsünün oluşabilmesi için yükseklik kesiti de bu ayna yüzeyindeki CSA daire kesiti olsun. Bu noktanın [Ş] görüntüsü, görüntülerin net olabilmesi için yukarıda anlatıldığı üzere Y ve K'nın görüntülerinden biriyle birleşmez. Kural dışına gelince bu açıktır. Çünkü eğer yükseklikler eşitse yansıma

Bu görüntü konumlarının açıklanabilmesi için ABC yansıma kesiti olsun; ve bu kesite C noktasından teğet olan bir hat çizelim; bu hat da DC olsun ve bu hattı C üzerinde kesecek şekilde dik bir hat çikalım ve bu hattı iki yönde uzatalım. Bu uzantının aynanın tümsek tarafında olanı H noktasında bulunsun. R noktası göz merkezi ve B noktası da onun yansıma noktası olsun. Aynı şekilde yansıma kesitine B noktasında teğet olan bir hat çizelim. Bu hat da BH olsun ve CD hattını D noktasında ancak yansıma kesitinin dışında kessin. Ancak bu kesit doğrusal bir çizgi olur ve teğet olan iki hattın her birinin tek bir çap yönünde bulunması mümkün olmaz. Çünkü bu iki hat tek bir hat olmazlar. Yansımayla milin görüntüsü burada mutlak olarak tasavvur edilemez. Çünkü değme noktasından çıkan iki dikme birleşmekte ve çapla birlikte tek bir hat oluşturmaktadır. Sonra BC'yi doğrusal olarak birleştirelim. B'den de BH üzerine BT dikini çikalım; ve B yönüne doğru uzatalım. Bu durumda TBC ve HCB açılarından her birinin dik açıdan daha büyük ve TB ve HC hatları da birbirlerini kesmiş olur. B ve C'yi Y noktasında kesişecek şekilde uzatıp B ile R'yi de birleştirip ve HY çizgisine doğru uzatıp, bu örnekte olduğu gibi, K noktasında kesecek olursak, bu durumda bu şekildeki CY çapı ikiye bölünmüş olur ve bu nokta da H'nin görüntü noktasıdır. Bu şekil mevcuttan farklıdır. Eğer K noktasının C üzerine intibak etmesine izin verilirse, bu intibak noktası HC noktaları arasında bulunur. Böylece, buradaki açıklamalar, daha önce küresel tümsek aynadaki kanıtlamayla benzer olur. Eğer HBH ve HBK açıları eşit iki açı iseler. T ve H'yi BK çizgisine paralel olarak birleştirelim. Bu durum da

HBT açısı ve HTB açısına ve dolayısıyla KBY açısına eşit ve HT kenarı da HB'ye eşit olur. HB'nin BK'ya oranı ve HĤ'nin HK'ya oranı HY'nin YK'ya oranına eşittir. Kastettiğimiz de buydu.



DÖRDÜNCÜ AMAÇ

Dördüncü amaç, küresel çukur aynada oluşan görüntüler konusundadır ve on problemden oluşur.

1) Eğer göz merkezi ve küresel çukur ayna tek bir konum üzerinde bulunuyorlarsa, bu durumda gözlemci bu ayna yüzeyindeki herhangi birşeyi sağlıklı algılayamaz. Çünkü böyle bir konumda yüzeye inen hiçbir dikmenin yansıması olmaz ve yüzeyin tamamı gözlemciye karanlık gözükür. Aynanın rengi de yansımayla değil ancak üzerine düşen ışıkla görünür. Bu durumda [yani yansıma durumunda] ne suret ne de görüntü olmaz.

2) Bu aynanın yansıma kesitleri yoktur, ancak tümsek aynada olduğu gibi, büyük bir daireden oluşur.

3) Bu ayna yüzeyine dik olduğu düşünülen büyük daireler ve bu daire yüzeylerinin uzantılarının da sonsuz olması gerekir. Gözlemcinin

göz merkezi bu dairelerden bir tanesinin yüzeyine yerleştirilmiş ise, bu yüzey o kürenin çaplarından birisi üzerinde bulunur. Öyle ki, gözlemciye siyah görünen yüzeydeki bu çap üzerine yerleştirilen bir nokta görünmez.

4) Eğer gözün üzerinde bulunduğu çap ve (itibari) mil doğrusu tek bir hat iseler ve mil de yarıçapdan daha kısa ise ve göz merkezi de küre merkezi ve ayna yüzeyi arasında ise, bu durum da yansımayla milin noktalarında herhangi bir şeyin görünmesi mümkün olmaz. Çünkü eğer milin kısımlarından birisinin bir noktaya doğru uzadığını düşünürsek ancak, o kısmın ayna yüzeyine gelmesi ve oradanda göze yansıması mümkün olur. Yüzeydeki bir nokta ve küre merkezi arasını birleştiren dikme bu üçgeni iki farklı kısma böler. Bu iki kısımdan daha büyük bir kısım ise bu üçgenin dışında kalır. Mutlak bir yansıma noktası bu yüzeyde düşünülemez. (Çap üzerinde olmaması koşuluyla) Daha önce belirtildiği gibi bu kısımda, gözlemci için karanlığın dışında yansımayla bir şey görünmez. Eğer küre merkezi göz ve yüzey arasında ise bu noktaların ard ardalığından dolayı milin noktalarının görünmesi mümkün olur. Eğer mil, kendisi ve göz merkezi arasını bağlayan yarıçaptan daha kısa ise, yansıma ve geliş hatları arasında bulunan yarıçaplardan birisi ayna yüzeyinde bu ikisi arasındaki açıyı eşit kısma böler. Bu daha önce gösterilmişti. Eğer mil yarıçaptan daha uzun ise bu konumdaki üçgenin bir açısını bölen uzantının çıkmasından dolayı yarıçaptan daha uzun görünmez. Eğer bu konumun dışında ise milin bütünüyle çaptan daha

uzun görünmesi mümkündür. Bunu bir tarafa bırakalım. İki açı arasındaki ortak nokta yansıma noktasıdır.

5) Deney milindeki tek bir noktanın yansıma noktaları, isterse tek bir gözle bakılsın, bir gözlemci için birden fazla olur. Yansıma noktalarının mil hattına intibak eden dış çap üzerindeki görüntüsü, görüntü noktalarından geçenle kıyaslandığında bazen kürenin dışında göz yönünün tersinde; bazen de göz yönünde ama ya kürenin içinde ya da dışında bulunur; zaman zaman gözün arkasında, zaman zaman da önünde bulunur. Bir de göz merkeziyle çakışmış olarak bulunur. Yansıma hattı çapa paralel olduğunda da görüntü noktası tamamen yok olur.

6) Dikme üzerindeki görüntü hatlarının her birinin görüntüsü gerçektir ve düzlem aynada sözkonusu edilen konumlarda görünürler.

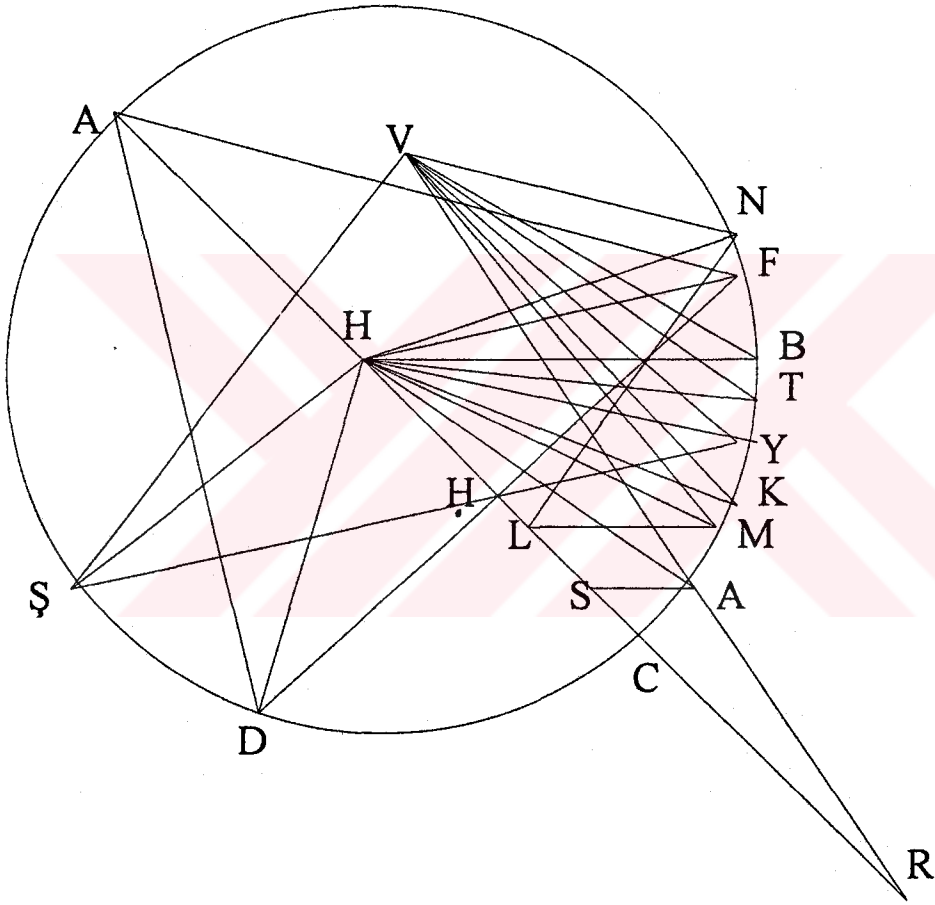
7) Görüntüleri dikme üzerimde bulunmayan her çizgi tersi bir konumda görünür.

8) Yüzeye yerleştirilen bir noktanın görüntüsünün kendisinden daha büyük görünmesi mümkündür. Bu durum burada daha önce sözkonusu edilen deneyler için de geçerlidir. Eğer mili çukur bir ayna üzerine yerleştirirsek. Bu mil bir iğne gibi son derece ince bir silindir olsun ve tepesine de bir Hardal tohumu yerleştirilsin ve bu iğnenin gövdesine onu halka gibi çevreleyen iki işaret konulsun. Hardele ve bu iki işaretin milin dört yönündeki görüntüsünün denenebilmesi için bu iğnenin koni ekseni çap üzerine intibak etsin ve iğnenin uzunluğu yarıçaptan daha kısa olsun.

Çap üzerindeki göz merkezi de bir kez küre merkezi üzerine, bir kez milin tepesi ve küre arasına ve bir kez de mil ve küre merkezi arasına yerleştirilsin. Sonra da göz çap dışında farklı bir kaç konuma yerleştirilsin. Bu durumlarda söz konusu edilenlerin teoreme uygun olduğu görülür.

Bunun açıklanabilmesi için ABCD, H merkezi üzerindeki bir ayna yüzeyi ve D de göz merkezi olsun ve bir kez AH'ye yakın bir yerde ve bir kez de A üzerinde bulunsun. AC çapını C'den R'ye doğru uzatalım. Milin tepesi olan Hardele merkezi de H olsun ve C yüzeyiyle birleşsin. Bu durumda geometri kurallarına dayanarak şunları çıkarabiliriz: Gözün üzerinde bulunduğu noktadan çizilebilmesi mümkün olan her yay eğer BHH noktalarından çıkan yaylardan biriyle birleştirilirse, bunlardan H noktasından geçen hat açığı iki kısma böler. BK yayı üzerinde olduğu varsayılan her bir noktada bunu görmek mümkündür. Aynı şeyi T ve Y noktalarının bulunduğu yay üzerinde de görebiliriz. Bu hatları birleştirelim. Bu durumda VBH, VTH, VYH, VKH açılarını iki eşit kısma bölen, HB, HT, HY ve HK yarıçapları ortaya çıkmış olur. Böylece H noktası yani Hardele bu noktalardan görünür hale gelmiş olur ve bu yayın uzama doğrultusunun tersi bir yönde bulunan ayna yüzeyinde de bu kural geçerli olmuş olur. Aynı şekilde, bunların suretleri AD yüzeyindeki Ş yansıma noktasından V'ye yansımış olur. Bu ise, görünen bir şey için, o şeyin merkeze olan belirli uzaklığına, onun kendine has yönüne, göze olan uzaklığına ve yönüne nisbetle, durumsal bir özelliktir. Adı geçen bu yansıma çizgilerinin AC çapına C yönünde

gelen koninin tepesi merkez olur ve tabanı göz yönünde bulunan diğer koniye kalb olur. Tabanı gözdür. Göz merkezi de değiştiği düşünülen koninin tepesi olur. Bu sorun görme konusunun akıllara hayret veren en şaşırtıcı yönüdür. Bu durum duyuyla onaylanmamış olsaydı, akıl mutlaka bunu kabul etmezdi. Bunun açıklaması da inşallah görme kusurları kısmında gelecektir.



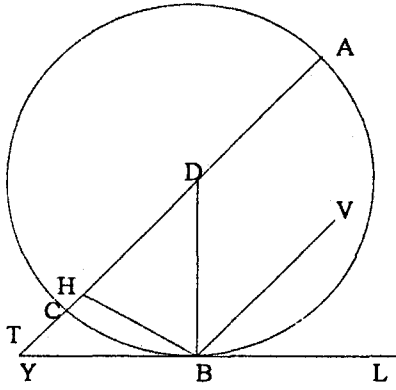
Eğer meri nesne ayna yüzeyinde bulunmuyorsa, bu durumda, o nesnenin karşılıklı iki görüntüsü oluşur. Birisi ortadadır. Göz dikme yönüne yaklaştıkça karşılıklı bu iki görüntü de halka gibi bitişinceye

kadar, birbirine yakınlaşır. Halkanın ortasında da diğer bir suret geriye kalır. Göz üç görüntünün dışında bir şeyi görmez. Bunu kanıtlayacak bir delili bulmaya asla vakıf olamayız.

9) Görüntü noktalarının konumları ve orantılarıyla ilgili açıklama.

Bilinmelidir ki, göz merkezi çok dakik olarak yaptığımız bu aynadaki deney milinin eksenine intibak eden çap üzerinde bulunmuyor ise, onun hükmü duyuyla algılanan hattın hükmü olur. Eğer, mil eksenine intibak eden çap üzerinde bulunuyor ise, önceden olduğu gibi, yansıma çizgisi de çapa ya paraleldir, ya da değil. Eğer paralelse bu ikisinin birleşmemelerinden dolayı görüntü olmaz. Eğer çap üzerindeyse, bu durumda onun konumu milin tepesi ve küre merkezi arasında olur ve yansımayla milin noktalarından birşeyin görünmesi mümkün değildir. Çünkü, yüzey üzerindeki bir noktadan göz merkezine doğru daha sonra da milin noktalarından bir tanesine doğru bir hat çizmeyi varsaymak mümkün değildir. Ancak o noktadan iki hattın sınırladığı açının dışındaki bir merkeze bir dikme çıkmak mümkündür. Çünkü, daha önce sabit olduğu gibi ondan bir şey görünmez. Ancak merkezde bulunuyorsa, bu durumda, daha önceden olduğu gibi, yansımayla birşey görünmez ve aynanın geliş ve yansıma üçgenlerinin varlığına da gerek olmaz. Eğer milin durduğu yönün tersinde ve merkezin gerisinde bulunuyorsa, merkezden uzaklığı ister kürenin yarıçapı kadar isterse daha fazla olsun, bu durumda, yarıçaptan daha kısa olan göz ve mili aynı doğrultuda bulunduracak başka bir milin noktalarının görünmesi mümkün olur. Ancak bu miktardan daha uzun olan milin noktalarının görünmesi

mümkün olmaz. Merkezde bulunan şeyin görünmesine gelince, bu durumda dikmenin yansıma hattına intibak etmesi gerekmez. Eğer, üçgenin varlığı gerekiyse göz merkezi ve merkez arasında uzayan şeyin görüntüsü, isterse dikme üçgenin dışında bulunsun onun varlığı gereklidir. Eğer yansımanın görüntüsünün mümkün olmadığı konumların dışında bulunuyorsa, [bazen] yansıma hattı ve göz yönündeki çap kesmiş olurlar; bu kesişme de ya göz merkezinde, ya onun önünde ya da arkasında gerçekleşir. Bu üçünden başka, meri nesnenin çapın yarısı bir uzaklıkta bulunmasını şart koşmayan, aksine bu düzlemde her hangi bir uzaklıkta görünmesinin mümkün olduğu, takdirler de vardır. Eğer çap üzerinde bulunmuyorsa, bununla birlikte çap da yansıma çizgisine paralel değilse bu durumda teğet hatta paralel olur ve kesişme de ya gözün ön kısmında ya da arkasında olur. Bu şekilde de onun göz merkezinde bulunması mümkündür. Ancak o zaman çap üzerinde bulunur ve ikinci şekle dahil olur. Eğer paralel değilse, bu durumda daireyi yüzeyde bulunan milin konumu yönünde dıştan kesmiş olur. Ya da bu yönün tersinde, bu konum ve daire merkezi arasında ya da onun tersinde kesmiş olur. Bu on şeklin toplamı altı tanedir. ABC ayna yüzeyi, D küre merkezi, H görünen bir nokta, V göz, B yansıma noktasıdır ve LY hattı da yüzeye B noktasında teğettir. H noktasından geçen DC çapını çizelim ve onu T'de teğet hattı kesecek şekilde uzatalım sonra, VB'yi birleştirelim ve onu H noktasında çapı kesecek şekilde uzatalım. Birinci şekil gözönüne alındığında, orada H noktasının olmadığı görülür.



Sonra da HY'yi VH'ye paralel olarak uzatalım ve teğet hattı Y'de kessin. H'den de HB'ye paralel bir hat çıkaralım ve o da DB çapını K'da kessin. Sonra da teğet hattından diğer bir yöne doğru L'yi belirleyelim diyoruz ki DB, BY'ye diktir. VBD ve HBD açıları ve HBT ve VBL açıları eşittir. VBL

açısı HYB açısına ve HBY açısı HYB açısına eşittir. HB hattı da HY

hattına eşittir. Çünkü HK, HB'ye paraleldir.

HBD açısı VBD açısı HKB açısı kadardır.

HB, HK

kadardır. Daha

önce geçtiği

gibi, HY, HB

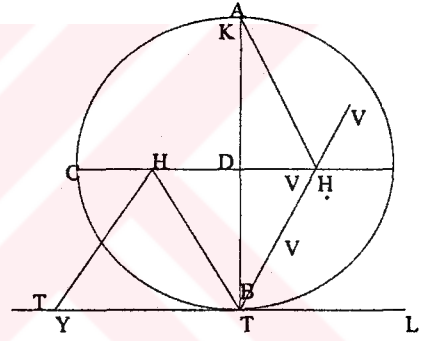
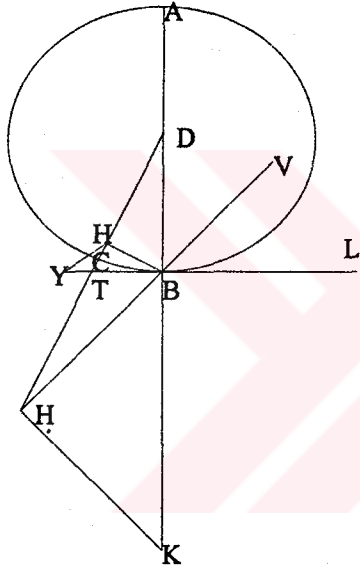
kadardır.

HB'nin HK'ya

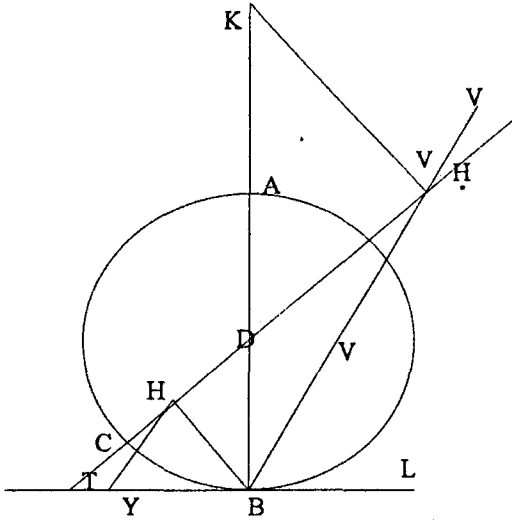
oranı yani DH'nin DH'ye oranı HY'nin BH'ye

yani HT'nin TH'ye oranı gibidir. Üçüncü

şekilde, B, T ile aynı konumda olur.



Beşinci şekilde de aynı oranlar geçerlidir. Çünkü HTY ve BTH



üçgenlerindeki T açıları eşittir.

Aynı şekilde, K ve B açıları da

eşittir. Geriye kalan şekillerde bu

orantı açıkça görünmektedir.

Birinci şeklin dışında bütün

şekillerde görüntü noktası H

noktasıdır. Bu da bu aynada

açıklamak istediğimizden başka

birşey değildir. Çünkü buradaki

husus kolaydır ve görüntü ve

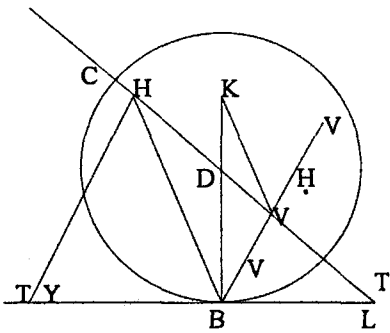
yansıma noktalarının konumları, tek bir meri nesne hatta tek bir nokta

için tek bir gözde birden fazla olur. Bu ayna için bu şaşırtıcı bir nitelik

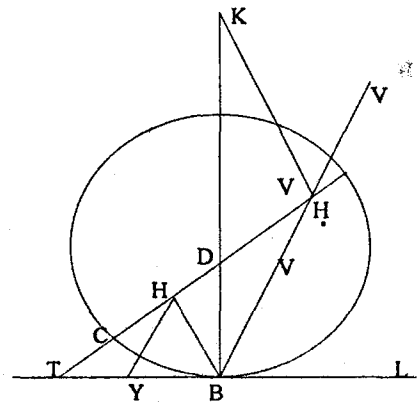
değildir. Çünkü o yakandır ve yakma konusu ve yakan ayna konumu

üzerine açıklamalar inşallah müstakil bir makale olarak ele alınacaktır.

Bu altı şekil şunlardır.



10) Göz merkezi, tek bir meri nesne için tek bir yansıma hattı boyunca,



nakledilirse, yansıma noktasının ve görüntü

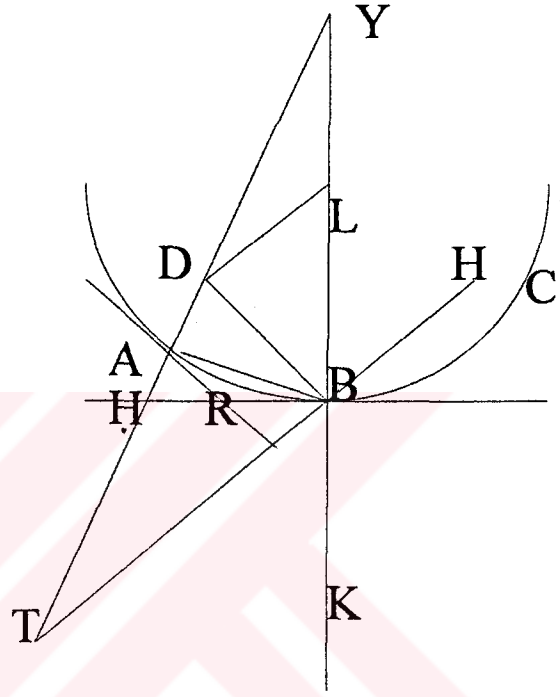
noktalarının birden fazla olması gerekmez. Bu durum üzere, BV hattını

V yönünde H'nin ötesine çıkalım. Mutlak olarak onun her bir mahalinin gözü kesmesi (karşılması) mümkündür; ve bu durumda eğer göz mahali görüntü konumundan uzaklaştırılmazsa ya da ona olan uzaklığı değişmezse, orantıda çok fazla farklılık olmaz.

BEŞİNCİ AMAÇ

Beşinci amaç, çukur silindirik ve konik aynalarda oluşan görüntüler konusundadır.

Bu iki aynadaki görüntüler, bu aynaların yüzeyinde bulunan yansıma kesitlerine göredir. Eğer bu kesit düz bir çizgi ise bu kesitin yansıma noktalarından



herbiri için (yansıma) düzlem aynadaki gibidir. Eğer, silindirik çukur aynada bir daire ise, görüntü hususu da küresel çukura benzer. Daha önce geçtiği gibi, eğer yansıma kesiti konik ayna için daire değilse bu durumda onlardan geriye kesitlerden başka birşey kalmaz. Buradaki görüntü konumlarını açıklayabilmek için ABC kesitlerden birisi olsun. A noktası da deney milinin dikey konumu olsun. B noktası da kendisine teğet olan düzlem yüzeye dik konulmuş milin tepesinin, yani D'nin suretinin göze, yani H'ye yansıdığı nokta olsun.

Daireye dıştan biri A noktasından B yönüne doğru uzayan, diğeri de B'de teğet olan iki hat çizelim. Dairenin tümsekliğinden dolayı bu iki hat R'de kesişirler. D ve A [noktalarını] bir çizgiyle birleştirelim ve bunu A ve D yönlerinde BR hattıyla H noktasında kesişecek şekilde uzatalım. Aynı şekilde yine H yönüne uzatalım ve BH'yi de birleştirip B yönüne doğru uzatarak DH hattını dairenin dışında T da keselim. T noktası bu örnekte görüntü noktasıdır. Eğer biz A ve B noktalarını düzgün bir hatla birleştirecek bu durumda TBA ve TAB açıları dik açıdan küçük olacağından BH ve DH doğruları kesişmiş olurlar. Daha sonra B noktasından BH'ye Y ve K yönlerinden dik olan bir dikme çikalım ve bu dikme DA hattını D yönünde ve Y'de kessin. DBY açısı yani YBH açısı daha önce belirtildiği gibi KBT açısına eşittirler. Bunların tamamından geriye kalan açı ise dik açı olur. HBT açısı ve DBH açısına yani onu 90 dereceye tamamlayan DBY açısına eşittir. DH'nin HT'ye oranı DB'nin BT'ye oranına eşittir. Sonra, D'den Y yönüne doğru CT'ye paralel DL hattını çikalım. Bu durumda TBK yani DBL açısı DLB açısına eşit olur. DL doğrusu da DB'ye eşittir. TB'nin BD'ye oranı TB'nin DL'ye oranına eşit olur. TY'nin DY'ye oranı da TB'nin BD'ye oranına eşittir. TH'nin HD ve DY'ye oranı DL'ye ya da DB'ye olan oranından daha büyük olur. Çünkü DLY açısı TBY açısına eşittir ve bu bir geniş açıdır. Bundan dolayı da bu şekil farklıdır. Benzerinin çukur küresel aynadaki gerçekleşmesine dönlün ve bu minval üzere devam edilsin. Bilinmektedir ki yansıma hattı mil hattının intibak ettiği dikmeye paralel olursa, görüntü olmaz. Paralel olmasa görüntü olur. Bir kez A yönündeki

kesitin dışında ve bir kez de içinde bulunur. Bir kez göz merkezi üzerinde ve bir kez de gözün önünde ya da arkasında bulunur; tıpkı görüntü konumlarının farklı olduğu ve ortaya çıkmadığı çukur küresel aynada olduğu gibi. Oranda uygunluk ve şekilde farklılık olması şöyle dursun fazlasıyla ikaz gerekir.



YANSIMAYLA ORTAYA ÇIKAN GÖRME KUSURLARIYLA İLGİLİ KISMIN SONUCU

Bu sonuç beş bölümden oluşmaktadır.

BİRİNCİ BÖLÜM

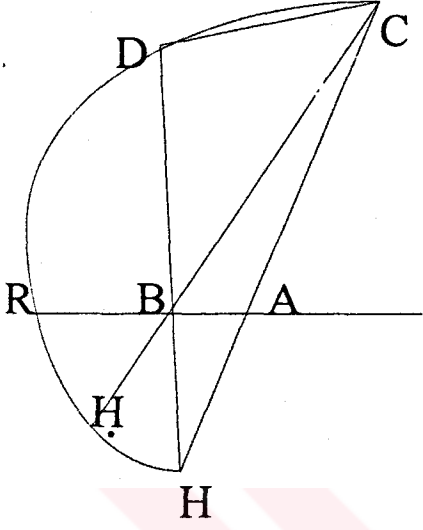
Birinci bölüm, düzlem aynadaki kusurlar konusundadır. Burada her zaman olduğu gibi bir giriş yapalım. Daha önce duyularla algılanan manaların ve görmeye yol açan nedenlerin tümü açıklanmıştı. Bunlar on taneydi. Burada bir tane daha ekleyeceğiz. O da parlak nesnenin aracılığı.

Eğer, insan göz doğrultusunun tersinde bulunan bir nesneyi bu aracıyla algılayabiliyor, bu aracı olmadan algılayamıyorsa, konunun bu duruma uygunluğunun, tamlığının ya da noksanlığının araştırılması gerekir. Bunun için diyorum ki, gözün algılayamadığı bazı yüzey dalgalanmalarının sözkonusu olduğu parlaklığın şiddetlenmesi ve zayıflaması gibi, iki yön bu koşuldan çıkarılmalıdır. Geliş doğrultusunda

görünen nesne daha yakın ise daha çok hata oluşması gerekir. Sonra eğer algılanan manalardan dördü, ki bunlar **ışık, renk, uzaklık ve konum** elbette üzerinde buldukları şey yansımaya algılanamaz. Bu açıklama ayna türlerinin tümünde geçerlidir. Çünkü yansıyan ışığın aslından daha zayıf olduğu kanıtlanmıştı. Diğer bir husus da yansıyan rengin derece bakımından daha zayıf olduğudur. Ayrıca ikinci ışıkla birlikte aynanın rengi de taşınır. Aynı şekilde yansıyan ışığın gelen ışığın oluşturduğu koniye orantılı bir koni oluşturacağı da kanıtlanmıştı. Bundan dolayı düzlem bir aynada yansımaya görünenin gelen ışıkla görünenden daha küçük olduğu, ayna yüzeyine dik konulan bir nesne için bunun mutlak olmadığı belirlenebilir. Bundan bazılarının daha önce kanıtlanması gibi, bunların kanıtlanması da ayrıntılı olarak yapılacaktır. Yansıma ve gelme hatları daima göz ve nesne arasını bağlayan hattın daha uzundur.

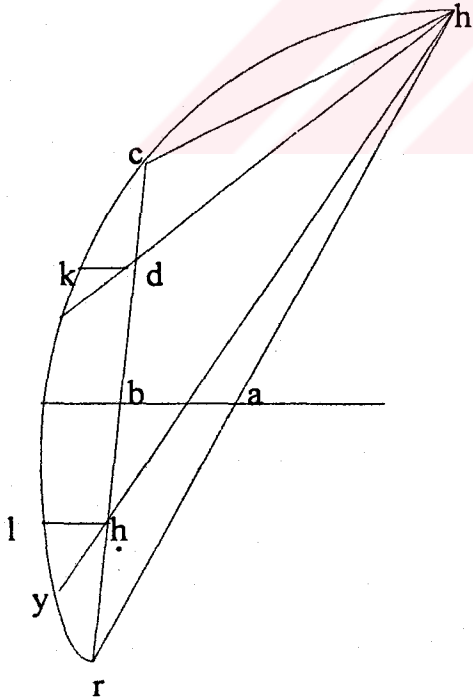
Bunların düzlem aynada açıklanabilmesi için AB bu aynadaki bir yansıma kesiti; C göz merkezi, DB'de AB'ye dik ve yansıma kesitiyle bitişen bir nesne olsun. DB'yi B yönünde uzatalım ve DB'ye eşit olacak şekilde BH'yi bölelim ve CH'yi birleştirelim ve bu çizgi AB'yi yansıma noktasında kessin. Bu nokta A olsun. Diyoruz ki, HB, BD'nin görüntüsüdür ki bu da kurala eşdeğerdir. Ancak BD'nin yansımaya ortaya çıkan görüntüsü, gelen ışığa bağlı olarak ortaya çıkan görüntüsünden çok küçüktür.

BUNUN KANITLANMASI



H
gececektir. RD. ve RH yayları iki eşit yaylardır. HR'nin bir kısmı olan HH yayı da DR den daha küçüktür. DH'den ise çok daha küçüktür.

CDH noktaları üzerine bir daire parçası çizelim. AB'yi B yönünde daire kesitini R noktasında kesinceye kadar uzatalım. CB yi birleştirelim ve onu da yine B yönünde daireyi H noktasında kesinceye kadar uzatalım. DH'nin DRH yayının kirişi olduğundan ve AR hattı da onu iki parçaya böldüğünden ve ona dik olduğundan yayı da ikiye bölecektir ve onun merkezinden



Görünen yansıma açısı olan HCH geliş açısı olan DCH açısından çok küçüktür. Bu da bizim keşfimizdir.

Milin yansıma kesitiyle bitişik olmadığı durum. Eğer görüntü yüzeyinde doğrusal bir hat bulunuyorsa ve bu hat ortak kesite dikse, bu durumda yansımayla ortaya çıkan görüntünün gelen ışına bağlı olarak ortaya çıkan görüntüden daha

küçük olduğunun açıklanabilmesi için, AB yansıma kesiti CD ayna yüzeyinden ayrı bulunan mil doğrultusu H göz merkezi olsun. CD'yi B yönünde uzatalım bu çizgi AB'yi B noktasında kessin ve aynı doğrultuda uzasın ve onu iki kısma bölsün. BR, BC'ye BH de RB'ye eşit olur. Geriye kalan HR ve CD de birbirlerine eşittir. Bu durumda, diyoruz ki, CD'nin geliş yönündeki görünüşü yansıma yönündeki görünüşünden daha büyük olur.

BUNUN KANITLAMASI

HR noktaları üzerine bir daire kesiti çizelim. HC'yi ve HR'yi birleştirelim. Sonra da HD'yi birleştirip ve daire kesitini T'de kesinceye kadar uzatalım. Daha sonra da HH'yi daire kesitini Y de kesene kadar uzatalım. D noktasından CD'ye dik ve yayı da K noktasından kesen bir dikme çikalım. Aynı şeyi H noktasından HR'ye dik olacak ve yayı L noktasından kesecek şekilde tekrarlayalım. DK, CD'ye dik ve HL'de HR'ye dik olduğundan; ve CD de HR'ye eşit olduğundan, CK ve LR yayları da bir dairedeki iki eşit yay olduğundan, RY yayının RL yayından küçük ve CT yayından ise daha küçük olduğunu ve CD'nin

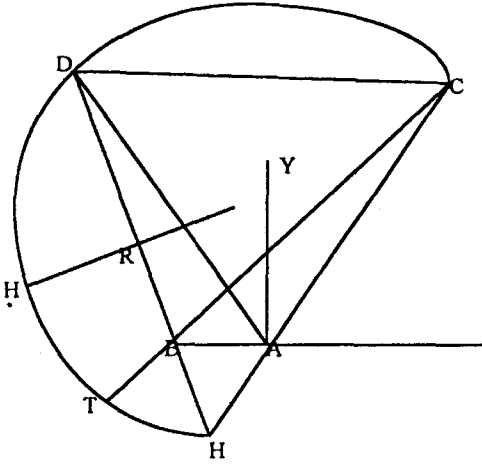
yansımalarının görüldüğü HHR açısı, CD'nin gelişinin görüldüğü CHD açısından çok küçük olduğunu söyleyebiliriz. Bu da bizim belirtmek istediğimizdir.

Konum hatasına gelince, eğer mil bir miktar eğimli hale getirilirse ve ayna da bir miktar oynatılırsa, bu durumda o aynada yansımaya görünenin gelişle görünenden daha kısa görünmesi olanaklı olur. Çünkü ortalama uzaklık yüzeye olan dikme kadardır. Burada onbir problemden söz edeceğiz.

1) Eğer göz parlaklığın şiddetinden kurtarılırsa, görüntüler açık hale gelir. Burada bir hata meydana gelmez. Ancak dört manadan daha önce geçmiş olanında, gözün varolduğu halde onu yokmuş gibi sandığı bir hata meydana gelir. Eğer bu yüzey küreselse, görüntüler iç kısma nüfûz ederler. Eğer göz ışığın zayıflaması yönündeysen, bütünüyle dakik mananın algısında hata oluşur. Tıpkı ışığın zayıflama yönündeki çıkışında olduğu gibi. Yüzey geliş doğrultusunda çıkarıldığında da durum aynı olur. Eğer aynanın karşısındaki bir yönde, geliş açısı dik açıdan daha az olacak şekilde, belirli bir uzaklığa bir mum yerleştirirsek, alevi birkaç yerde ve yüzey, nesne ve gözlemci arasında bulunan konuma uygun olarak görebiliriz. Eğer nesne yüzeyin uzantısına paralel uzuyorsa ve görenle görünenin de yansımaya karşı karşıya olması olanaklı ise, bu olanak hangi yönde olursa olsun, nesnenin sağı solda ve solu da sağda görünür. Alt ve üst yönlerde buna bağlı olarak değişir. Bunun nedeni, nesnenin görüntüsüyle karşı karşıya olduğunun sanılmasıdır. Bu da geçmiş tecrübelerden görüntüyle karşı karşıya

kalınması durumunda, sağı solda solu da sağda görerek oluşan alışkanlıktan kaynaklanır. Eğer görünenin yayılımı yüzeyin yayılımını özel bir şekilde, örneğin ayna yüzeyindeki mahale yakın bir yerde ve nesneyi yüzey yönünün dışında teğet olacak şekilde keserse, öncelikle yansımaya ortaya çıkan görüntü nesnenin üst kısmının görüntüsüdür ve altta görünür. Tersisi durumda ise alt kısmının görüntüsüdür, ve üstte görünür. Ancak yönlerde değişme olmaz. Ancak nesnenin üst kısmının yansıma noktaları bakan kişiye daha yakın, alt kısmının yansıma noktaları ise daha uzak olurlar. Daha önce parlak nesnenin parlaklığının şiddetinden dolayı da algılamanın olanaksızlaşacağı belirtilmişti. Yönlerin değişmesi gerçektir. Şöyle ki, görüntünün sağı bakan kişinin sağıdır. Bu durumda yansımaya sağ solda sol da sağda görünür. Eğer aynanın bir kenarı burun ucuna dayandırılıp, bu durumda aynaya bakılırsa, görüntü gerçekte çok uzaktaymış gibi görünür; ve geliş hattını belirlemek olanaklı olmaz. Göz kayması (şaşıklık) durumunda olduğu gibi, görüntü iki tane olur. Görüntüye bakıldığında, en uzak noktalarının da yine ikili görüldüğü açığa çıkar. Tıpkı geliş bağli olarak görünen nesneye göre oluşan göz konum hatalarında olduğu gibi.

Konum hatası, ortaya çıkan görüntü ya aslından daha uzun, ya onun kadar, ya da ondan daha kısa olur. Bir yüzey üzerine dik olarak konulan bir mili ele alalım. Açıktır ki, yansıma açısı 45° olduğunda, yansıma noktasının büyüklüğü yüzeydeki milin konumundaki noktaya eşit, 45° 'den daha fazla olursa daha uzun, 45° 'den az olursa daha kısa olur.

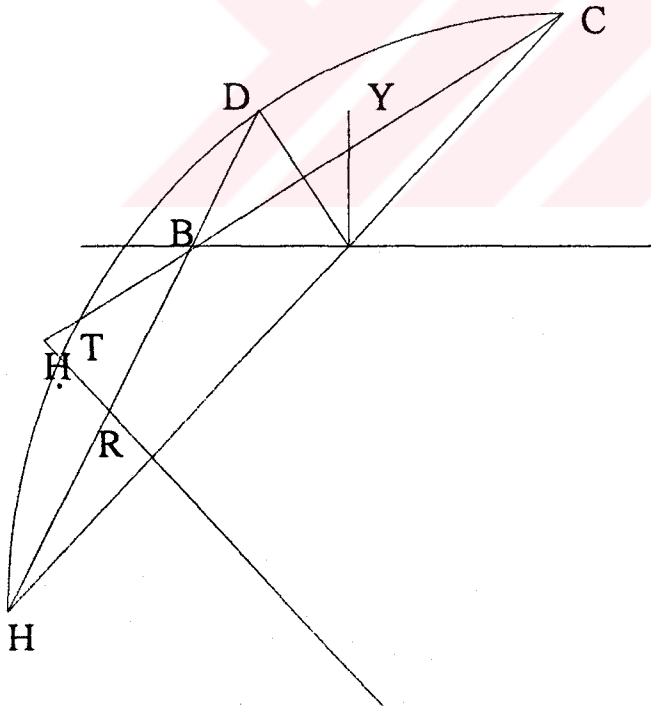
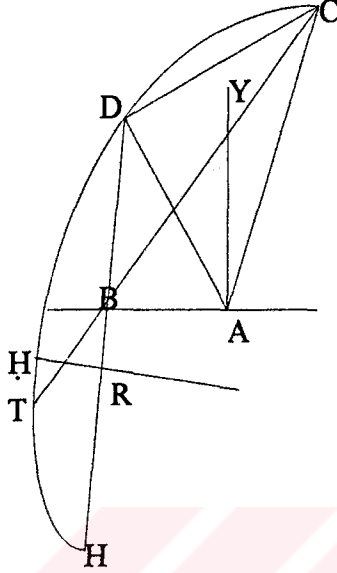
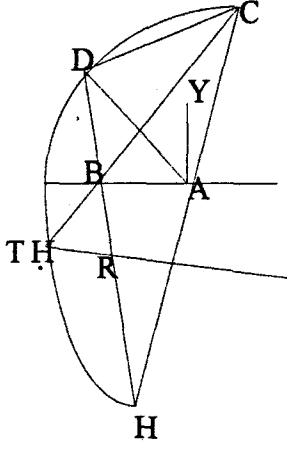


Büyüklik makalesine gelince; düzlem bir aynanın yüzeyine dik olarak konulmuş miktarların görüntüsüne nisbetle, uzaklık makalesindeki yansıma ve geliş hatlarının gerektirdiği uzaklık ilişkisinden dolayı, daha büyük olacağının bilgisi geçmişti. Burada ise diyoruz ki, eğer o şey yüzeye

eğimliyse, göz merkezinin ve o nesnenin konulduğu görüntü yüzeyindeki her bir nokta için görüntü vardır ve görüntü yüzeyindeki yansıma noktası özel bir noktadır ve bütünüyle bu milde bulunan herhangi bir konum üzere onun yansıma noktaları, mil ve yüzeyin düz olması dolayısıyla, düz bir hat üzerinde olurlar. Nesnenin ekseninin izdüşümünün bulunduğu görüntü yüzeyinin eğimli olması durumu; eğer dikme göz yönüne ya da tersine eğilirse, eğim bu yönün tersinde olur.

Bu sözkonusu edilen hat AB, mil BD, göz merkezi C ve A'da yansıma noktası olsun. BD'yi B yönünde uzatalım. CD, CB ve CA'yı birleştirelim ve onu [CA] DB'yi H noktasında kesecek şekilde uzatalım. HB, DB'nin görüntüsüdür. DCH noktaları üzerinde bir daire oluşturalım. DH kirişini de R'de ikiye bölelim ve ondan kiriş üzerine bir dik çıkalım ve onu DH yayını kesecek şekilde uzatalım. Sonra da, CB'yi B' yönünde çevreyle T üzerinde kesişecek şekilde uzatalım. Diyoruz ki, HT yayı HH yayından yani DH yayından daha küçüktür ve HH yayı da DT yayından

çok daha küçüktür. HCT açısı yani yansıma açısı geliş açısından yani TCD açısından çok daha küçüktür. Bu da bizim belirtmek istediğimizdir.



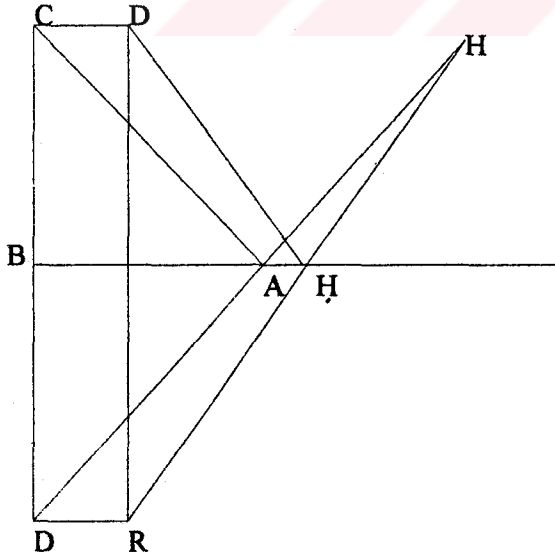
Uyarı

Bu yönde milin eğimlendirilmesiyle küçülen görüntü, geliş doğrultusu üzerine milin intibakıyla görüntü yok oluncaya kadar, ortadan kalkmaz. Bu durumda geliş doğrultusu görünür, yansımayla görünen yok olur.

Eğer göz yönünde eğimli olursa, belki onun görüntüsü onun uzunluğundan daha kısa, belki ona eşit ve belki de ondan daha uzun olur.

Bunun bu şeklin terkihi yoluyla üç şekilde açıklanabilmesi için, yansıma ve geliş hatlarının izleri, geliş açısı, daire ve kiriş için yarıçap olsun. Bu çap bir kez daire çevresinin dahilinde B yönünde uzayan CB hattını kessin. Diyoruz ki, bu şekilde olduğu gibi, HT yayı HH yayından daha küçüktür. Yansımayla görünen mil gelişle görünenden daha küçüktür. Bir kez de çevreyi diğer bir noktada kessin. Bu durumda HT noktaları birleşmiş [aynı nokta] olurlar. Bundan dolayı iki yay ve iki açı da eşit, görüntü de aslı kadar olur. Bir kez de bu hatlar çevrenin haricinde bir yerde kesişsinler. Bu durumda HT yayı DH yayına eşit olan HH yayından daha büyük olur. HCT açısı TCD açısından daha büyüktür. Yansımayla görünen de gelişle görünenden daha büyük olur. Bu da bizim belirtmek istediğimizdir.

Uyarı

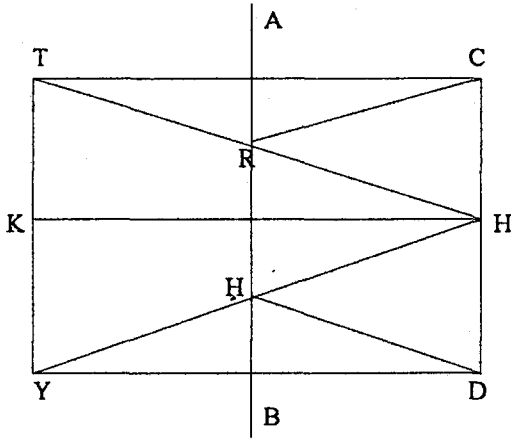


Görüntünün uzaması onun ekseninin yansıma hattına derece derece intibak etmesiyle ortadan kalkmaz, ancak gelişle görünen uzantının görüntüsü yok olur ve yalnızca onun tabanı yansımayla birlikte görünür.

Eğer mil yanlamasına konulursa, onun için üç durum sözkonusu olur. **Birincisi**, eğer göz merkezi mildeki bir nokta üzerinde bulunmuyorsa, görüntü yüzeyi de tek ise ve görüntüye eşit olan yansıma kesitine paralel ise, bu durumda gelişle görünen yansımayla görünenden daha küçük olur. Bunun için CD yukarıdaki koşula bağlı olarak enlemesine konulmuş bir hat, AB yansıma kesiti H göz merkezi olsun. C'den AB'ye bir dik çıkalım. Bu hat onu B'de kessin ve devam etsin. Ondan CB'ye eşit VB'yi bölelim. R açısı dik açı olan DR dörtgenini tamamlayalım ve HR'yi birleştirelim. Bu hat AB hattını H'de keser ki bu

nokta D noktasının yansıma noktasıdır. Sonra da HV'yi birleştirelim ve AB'yi A'da keselim. Bu nokta da C'nin yansıma noktasıdır. Yansıma noktalarından yansıma kesiti üzerine iki dikme çıkalım. Şimdi kuralı (yansıma kanunu) kanıtlayalım; R noktası, D'nin görüntüsüdür. RV hattı CD'nin görüntü çapıdır. HA'da onun yansıma çapıdır. CD hattının noktalarından bir tanesinin yansıma noktası olmaz. Açık ki, bu konumda, bu noktaya gelişle bağlı olarak görünen hat üzerindeki CD hattına intibak eder ve yansımayla görünenden başka bu noktada herhangi bir şey görünmez ya göz merkezi ya da çevresinin düzleminden daha yukarıda olur. Gelişle bağlı olarak görünen görüntü yansımayla görünenden daha küçük olur ve hiç bir zaman daha büyük olmaz. Bu da çok açıktır. **İkincisi** göz merkezi milin ortasında bulunsun ve yansıma kesitine paralel olsun. Bu durumda görüntüye eşit olur. Yansımayla görünen onun üzerinde görünen kadardır. Bunun açıklaması için, AB

yansıma kesiti, CD yansıma kesitine paralel konulmuş görünen hat. H göz merkezi ve RH yansıma noktaları olsun. CR ve DH hatları da geliş hatlarıdır ki bunlar yansıma kesiti yönünde birbirlerinden uzaklaşırlar ve paralel değildirler. Bu durumda bu hatları, yansıma noktasından yansıma kesitine dik konulmuş olan dikmenin, daha önce belirtildiği üzere, yansımanın görüntüsünün net olması için CR geliş ve HR yansıma çizgilerinin oluşturduğu açıyı bölünceye kadar, birbirlerine yaklaştırmalıyız. DH ve HH hatlarıyla birlikte H yansıma noktasında da durum aynıdır. C noktasından yansıma kesitine onu kesip geçen bir dikme çikalım. Sonra da R yönünde HR hattını uzatalım. Bu hat dikmeyle T'de yani C'nin görüntü noktasında kesişir. Buna benzer şekilde D' noktasından da bir dikme çıkarsa aynı şey sözkonusu olur. HH yi H yönünde uzatalım. Bunlar da Y'de yani D'nin görüntü noktasında kesişirler. TY'yi birleştirelim. CD görüntü çapıdır ve birbirlerine paralel olan CT ve DY hatları arasındaki birleşmeden dolayı, görünene eşittir. Aynı şekilde bunlar paralel olurlar. Nesnenin ve görüntüsünün kesite olan uzaklığı birleşmiştir. CD hattı K noktasında ikiye bölünmüş olur ve bu noktanın yansımayla ortaya çıkan görüntüsü aynayı da ikiye bölmüş olur.



Eğer H noktasından TY hattı üzerine bir dikme çıkarsak bu hat onu iki eşit kısma bölmüş olur. CDTY dörtgenini döndürdüğümüzü düşünelim. Bu durumda bu şekil tabanları eşit iki silindir oluşturmuş olur.

Dairelerin görüntüsü tabanlarının merkezlerindedir. Bundan dolayı, insan düzlem aynada yüzünü sanki onun üzerindeymiş gibi görür. Bu da istenilendir. Üçüncüsü, göz merkezinin görünen hat yönünde ya da kesite paralel tersi bir yönde bulunması durumu. Bu durumda, gelişle görünen yansımayla görünen gibidir.

Eğer mil aynı şekilde yanlamasına konulmuş ve paralel ise ve ondaki her bir noktanın bir görüntü yüzeyi varsa, koninin tabanın iki tarafından uzayan ve göz merkezinden birleşen iki hat varsa ve gözü varsayılan ayna yüzeyine bağlayan dikmenin uzantısı hat ve bu yüzeyi bağlayan uzantılara eşit olursa, ya da göze özgü dikme bu bağlarla birlikte daha uzun ya da daha kısa olur ise gelişle görünen yansımayla görünenden daha büyük olur. Çünkü görüntünün her iki tarafının görüntü yüzeyindeki paralel iki hat arasında sınırlı kalmakla birlikte görüntünün göze uzaklığı görünene olan uzaklığından fazladır. Çok küçük bir düşünmeyle de açıkça ortaya çıkacağı üzere, eğer bu iki görüntü yüzeye paralel değilse, onun tasvirinin tasavvurunda, onu suretten arınmış olarak tasavvurundan daha kuvvetli bir zorluk vardır. Bundan dolayı, tasviri

bıraktık. Bu sunduklarımızdan sonra, özellikle bu milin konumlarındaki eğim ve sapma hükümlerinin açıklanması dışında gizli bir şey kalmadı. Bu da yeterlidir.

Kütle makalesi; diyoruz ki, çapların miktarlarının büyüklüğü neyi gerektirirse gerektirsin, (cesamet) yüzeylerde ikil, kütlelerde üçlü olur; tıpkı geliş hatlarında olduğu gibi.

Şekil makalesinde; bir küre düz bir yüzey ve çok açık bir yuvarlak olarak görünür. Bu durumlar gelişle görünse bile, uzaklık yansımaya artar. Bunun benzeri uzaklığın ortalama olduğu gelişle bağlı görüntü hataları konusunda geçmişti. Gerçekten uzun bir silindir, eğer alt kısmı aynaya yakın ise koni şeklinde görünür. Bunun sebebi geliş yansımaları ve yansımaya uzaklığın artıp çoğalmasında geçenlerle aynıdır.

Bitişiklik ve Ayrıklık makalelerinde, ayrık olan bitişik, bitiş olan da ayrık görünür. Öyle ki burada hatanın sebebi gelen görüntünün uzakta olmasıdır. Burada, bu iki mananın bu uzaklıkta gelişle görünmesinin algılanmasında, aynaya olan uzaklık ve yakınlığa göre bir hatanın meydana gelmesi mümkündür. [Kendisinin] böyle uzaklıkta bulunmakla birlikte, yansıma ve geliş hatlarının bulunduğu uzaklığın büyümesinden dolayı yine hatanın meydana gelmesi mümkündür.

Sayı makalesi, yüzey paramparça ve kırık bütünü geliş bu kesitlere nisbetle farklıysa, bu durumda tek olan, bu parçaların büyüklüklerince, yansıma noktalarının konumlarının ve açı oranlarının farklılığından dolayı çok görülür. Bu durumda çok olan, tek renge sahip

ve birbirine yakın şekiller birbirine eklenmiş ve sıralanmış levhalar tek bir levhaymış gibi görünürler. Bunun sebebi, yansımayla birlikte ortaya çıkan uzaklığın görüntünün küçüldüğü yerde küçülmeye eklenmesidir.

Geriye kalan makalelerde, hatanın meydana gelmesi, gelişle görünenin yansımayla görünenle kıyaslandığında daha fazladır.

2 ve 3) Uzaklığın çıkışı, uzantıların uzaması yani uzaklığın artması hususuna gelince, diğer makalelerde, yüzeye ilgili olarak anlatılanların tümündeki hatanın artmasını gerektirir ve yansımayla da bu açığa çıkar. Burada, ortalama uzaklıktaki bir şey yansımayla ve gelişle görünür. Bunu nedeni, ortalama uzaklığın bu surette özel olmasıdır.

Konum makalesinde ise, eğer bu daire geliş hattının bu daire yüzeyine intibak etmesini gerektirecek bir konumda bulunuyorsa, yani gözönüne yanlamasına konulmuş bir durumdaysa, onun yansıma noktaları bir düzlem üzerinde olurlar ve yansımayla tek bir hat olarak görünürler. Bu konumda gelişle ise bir daire olarak görünür. Eğer konum yansıma hattının onun yüzeyine intibakını gerektiriyorsa, bu durumda da eğer yanlamasına konulmuşsa, bu kez de gelişle bir hat, yansımayla ise bir daire olarak görünür. Eğer yanlamasına konulmuşsa ve görüntü yüzeyi de bütünüyle tek bir yüzey ise, gelişle ve yansımayla tek bir hat olarak görünmez ve şekil olarak geliş ve yansımayla, elips olur.

Konumun çıkışı; yüzey gerçekten bir düzlem ise, konumun çıkışı makalelerde yansıma hatalarından geçenlerin dışında birşeyin olmasını gerektirmez. Sadece iki kütle arasındaki uzaklıkta, veya o ikisinin

görene olan uzaklığında ya da aynanın her ikisine olan uzaklığında ayna da görünen şeyin konumu hariç. Çünkü konum görelî bir husustur. Bu konu uzaklık konumunda yeterince anlatılmıştı. Burada diğeri bir husus kaldı. O da, aynanın konumunu gerektirmeyen, ancak altı ve üstü olmaksızın tam ortasının görünmesini gerektiren dikme [Normal]dir. Bu dikme ayna yüzeyindeki bir uzantı gibi görünür ve aynanın içine gömülmüş gibi düşünülmez. Bunun nedeni de yüzeyin bitmesiyle onun görüntüsünün bitmesidir. Kuyu ağzı, havuz ya da benzeri yerlerdeki bu dikmenin benzeri uzantısına bakmamaya alışma nedeniyle uzuyormuş gibi zannedilir.

Işığın çıkışı; bu çıkış kuvvetlenme yönünde ise görünenlerin yansımaya görünene nisbetle çok net olmasını gerektirir. Zayıflama yönünde ise, daha çok hatanın oluşmasını gerektirir. Çünkü ışık yansımaya zayıflar. Eğer ışık zayıfsa ve gözün konumu da ışığın yansıma konumundaysa, bu ışık nasıl gözü kamaştırır ve onu görülenleri algılamaktan alıkoyar.

6) Miktarın ve Opaklığın çıkışı, her ikisinin de yanlışlığı gerektirecek bir özelliği yoktur. Ancak eğer amaç ayrıntılı olarak çıkan miktarı bilmekse, örneğin görülen büyük bir dağda yer alan tepeler ve çıkıntılar gibi, bu durumda yanlışlık, birbirlerini örtmeleriyle ve ortalama uzaklığın ortalama olmayan uzaklığa nisbetle artmasıyla bazı ayrıntıların gizlenmesiyle, meydana gelir. Bu da açıktır.

7) Saydamlığın çıkışı, saydam olmasından dolayı bu bölümün konusu değildir. Çünkü, saydam da kaba bir yansıma olur ve saydam nesnelere ve cam aynalarda iki yüzünden birisinin kurşunla opaklaştırılmasıyla görüntü oluşur ve saydam olması dolayısıyla ondan yansıma olmaz. Ancak burada geriye bir husus daha kaldı. O da, parlak bir yüzeyin bu yüzeye gelen ışığı bölmesi ve içine nüfûz etmesi dolayısıyla zayıf diğer bir yansımayı gerektirmesidir. Bu itibarla, zorunlu olarak yansıyan ışının zayıflamasından ve buna bağlı olarak da algının zayıflamasından dolayı çok sayıda hata meydana gelir; tıpkı ışığın zayıflama yönünde çıkmasında olduğu gibi.

8) Gözün niteliği ve 9) Zaman, bu ikisi gelişle görünenler konusunda geçenlere ek olarak şüpheli şeyleri ayırdedebilenin zayıflığını gerektirir.

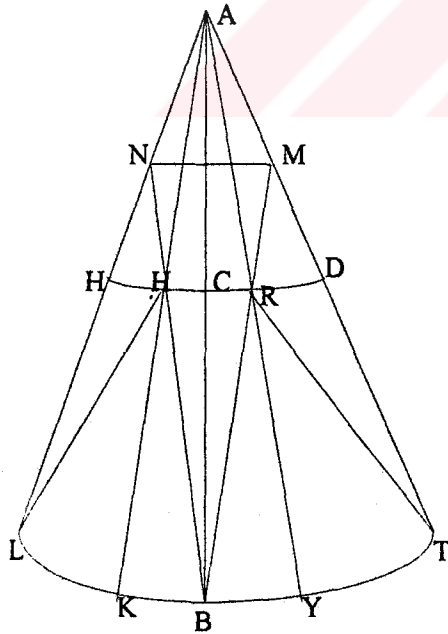
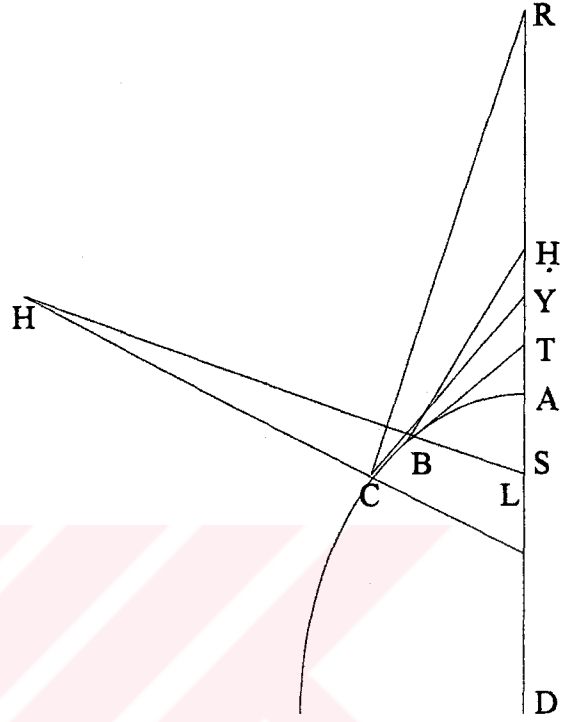
10) Hayvani ruhun mizacı, hayvani ruh nefsin algılama yeridir. Bu nedenle, o gelen görüntüdeki yanlıştın gerektirdiğinden fazlasını gerektirir.

İKİNCİ BÖLÜM

İkinci bölüm tümsek küresel ayna hataları konusundadır. Ayna türleriyle ilgili genel hatalarla ilgili açıklamalar geçmişti. Bu aynada ise hata daha fazladır. Dört manadaki [ışık, konum, renk, uzaklık] hatanın

nedeni bu yüzeyde yansıyan ışığın farklılığıdır. Aynı şekilde bunu da geliş hataları hususunda geçenlerde olduğu gibi yapacağız.

Kütle ve Büyüklük makalelerinde, diyoruz ki, düzlem bir ayna yüzeyine konulan bir dikmenin görüntüsü aslı kadardır. Bununla birlikte, uzaklaşmadan dolayı ışığın konileşmesine bağlı olarak aslından daha kısa olabilir. Burada, yansımanın uzaklığındaki konileşme oranı gelişin bakiyesine ve görüntünün aslının miktarındaki küçülmenin gerektirdiğine göre.



Bunun açıklanabilmesi için ABC yansıma kesiti, D bu kesitin merkezi, H göz merkezi olsun, RH hattı, AD çapı doğrultusunda yansıma kesitine dik konulmuş bulunan AR mil hattının görünen kısmı olsun. B, H'nin yansıma noktası, C'de R'nin yansıma noktası olsun. BT, B noktasına ve CY'de C noktasına teğet hat olsun. R'nin görüntüsü K, ve H'nin görüntüsü de L'dir. RY'nin

YK'ya oranı RD'nin DK'ya oranına ve HT'nin TL'ye oranı da HD'nin DL'ye oranına eşittir. Diyoruz ki, RD'nin DK'ya oranı HD'nin DL'ye oranından daha büyüktür. RY'nin YK'ya oranı HT'nin TL'ye oranından daha büyüktür. NY'nin YK'ya oranı HT'nin TL'ye oranına eşittir; ve HT, TL'den daha büyüktür. Çünkü bu oran HD'nin DY'ye oranına eşittir. NY hattı YK'dan daha büyüktür. HY'nin TS'ye oranı, S'nin T ve L arasında bulunması koşuluyla, NY'nin YK'ya oranına eşit olur. [Yani HY'nin TS'ye oranı NY'nin YK'ya oranına eşittir.] ve geriye kalan NH'nin YT ve SK'nin bakiyelerinin toplamına oranına eşittir. NY, YK'dan daha büyüktür. NH hattı YT ve SK hatlarının toplamından daha büyüktür ve bu iki hattın toplamı LK'dan ise çok daha büyüktür. RH, NH'den daha büyüktür. RH'de onun görüntüsü olan LK'dan çok daha büyüktür. Bu da elde ettiğimizdir.

Küre küçükse, çapının da küçük olması dolayısıyla, görüntüde küçük olur ve tümseklik özelliği, görüntünün küçük olması dolayısıyla bu aynada bulunan dikmenin konumuna yaklaşmayı gerektirir; özellikle eğer bakan kimsenin aynaya uzaklığı artarsa; bu durumda görüntü girişine oranla bu küçük açığa bağlı olur. Yüzeydeki dikmeler konusunda bu geçerli olmaz.

Yanlamasına değilde göz yönünde yere dik konulmuş olması durumlarına gelince. Bu ihtimallerin bütünüyle açıklanabilmesi AB hattı C noktasında bölünsün ve A'da merkez olsun ve AC mesafesiyle DCH kesitini, birbirine eşit DC ve CH yayları oluşturacak şekilde, döndürelim. DC'yi R'de iki eşit kısma bölelim. Aynı şekilde CH'yi de

H'de iki eşit kısma bölelim. Sonra yine A'yı merkez olan AB mesafesiyle B kesitini döndürelim; ve AD, AR, AH, AH hatlarını B kesiti yönünde, TYKL kesitiyle bitişecek şekilde birleştirelim. Sonra, RT, RB, HL, ve HB hatlarını birleştirelim. TRY ve BRY açıları eşittir. Aynı şekilde, BHK ve LHK açıları da eşittir. Sonra da, diyoruz ki, B noktası göz merkezi ve DH yayı da tümsek aynanın yansıma kesiti, görünen düz bir çizgi de TL yayının kirişi R, T'nin ve H'de L'nin yansıma noktası olsun. BR'yi R yönünde, AD dikmesiyle T'nin görüntüsü olan M'de birleşinceye kadar uzatalım. BH'yi de AH'yle L'nin görüntüsü olan N'de birleşecek şekilde uzatalım ve MN'yi birleştirelim. Bu MN bu hattın görüntü çapı olur; ve ondan kısadır. Bu da açıktır. Sonra bu AB hattını sabit tutup geriye kalan hatları bunun üzerinde döndürdüğümüzü varsayalım. Bu durumda, bu ayna yüzeyi üzerindeki konumlar değişmez. Çünkü bu ayna tümsek bir küredir. Oranlar da değişmez. Bundan dolayı, görüntü aslından daha küçük görünür.

Uyarı

RT ve HL hatlarının T ve L yönlerinde uzadığı varsayılınsın. Bunlarla sınırlanmış görünen hat da TL kirişine paralel ya da ona eğimli olsun. Aynı şekilde isterse uzamasın ve görünene paralel olan bu iki hatla sınırlanmamış olsun, ya da görünene eğimli olmasın, kesitin üzerinde bulunan daha küçük olmasın, yine de eğimli olan birincisinden daha

küçük olur. Orantı değişmez ancak konumlar yansımaya bağlı olarak değişirler; AT ve AL hatları birbirine yakınlaşır. Ve yansımaya bağlı olarak da birbirlerinden uzaklaşırlar. Bu durumda görüntü çapı kısalmış ve merkeze yaklaştıkça da uzar. Bu oran üzere uzaklaşma durumuna gelince; eğer, görünen hat yanlamasına konulmuşsa, ayna da onunla göz arasında ise, bu durumda çok kuvvetli bir ihtimalle iş aynı olur. Ancak, eğer bazı konumlarda bulunuyorsa, yansımaya gelişine bağlı olarak görünene eşit ya da nadiren de daha büyük görünür. Büyük bilgin İbn el-Heysem ve onun izleyicisi, bu saygın amaca ulaşmak için bu yolu seçtiler. Kanıtlama da geometri kurallarıyla temelleştirilmiş şekillere dayandırılmıştır. Bunların hesabı ve nisbetiyle ilgili problemler matematikte bilgi birikimini gerektirir. Sunulanın azlığı elde edilenlerin nadir olması bizi fazlasıyla etkiledi ve gözlemi karışık hale getiren konu ve amaçlara helâl getirmemesi ve mükemmelliğinden dolayı, bu makalenin paralelinde yer aldık. İstenen onu daha mükemmel hale getirmektir. Bu husus göz ile algılanmaz, onun farklılığı aksine kanıtlamayla sabit hale gelir. Bu anlamda mükemmelliği isteyene sığınalım. Yardımcı yol gösteren Allah'tır.

Şekil makalesi, bu aynanın [tümsek küresel] üzerine dik olarak konulmuş silindir konik olarak görülür. Bunun nedeni düzlem aynada geçmişti. Burada ise öncelikle görünenin uzaklığı [sözkonusudur.] İsterse hareketli olsun görünenin küçük olması, onun duyuyla farklı olarak görünmesi hususunu gerektirir. Gerçekten küçük bir küre iken açığa çıkar. Belki de, silindirin uzunluğunun bir miktarının duyuyla

algılanmasında ayna yüzeyinin uzun tarafı gizlenmesini gerektirir. Bundan ters dönmüş bir koninin bir silindir olarak görünebilmesinin mümkün olduğu ve koninin aynı zamanda duyuyla algılanan alışılmış görüntünün tersini de gerektirdiği anlaşılır. Açılara sahip dairesel bir görüntü olabileceği de geçmişti.

Geriye kalan makalelerde, düzlem aynalardaki hataların tasviri önemlidir. Burada ise görüntülerin küçülmesiyle birlikte benzeşmelerin artması ve yüzeydeki ışığın farklılaşması dolayısıyla genel hatalarda da bir artış olur.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Silindirik ve konik ayna kusurları hakkındadır. Tümsek küresel aynada oluşan hatalarla ilgili geçen hususların tümü bura da da geçerlidir ve silindirik aynada ise bu hususlarda artış olur.

Şekil makalesi, küresel olan uzun bir şeymiş gibi görünür. Çünkü onun tümsek kısmının yuvarlaklığı onun küçük görünmesini gerektirir. Onun uzun tarafı ise üzerindeki geliş yönünde görünmesini gerektirir. Bundan, bu şekil üzere yayılan küresel bir görüntü oluşur. Bu görüntü elipstir. Bundan dolayı, elips şekil, eğer silindirik aynaya yanlamasına konulursa, yuvarlak ya da silindirin taban ve elipsin kenarı arasındaki ilişki, tıpkı şekil makalesinde koninin açılara sahip olması gibi, koşuluyla yuvarlağa yakın görünür. Küresel olan da koni şeklinde görülür. Diğer

şekiller de, bundan bu biçimde çıkartılabilir. Bundan dolayı, cam ayna sanayinde gelişmeler oluyor. Eğer ayna şekil olarak elipse benziyorsa, bu alete konulmuş dikmeler uzantı yönünde enlemesine görünürler. Hatta uzun olanın yuvarlak görünmesi bile bununla bağdaşır. Bunu kabul edip, bununla elde edilene rağbet edilir. Bu anlam ve tersi, güzellik ve çirkinlik makalelerinde ortaya çıkar.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Küresel çukur aynalardaki kusurlar konusundadır. Bu aynadaki hatalar, aynaya özgü yansımada oluşan durumların farklılığının çokluğundan dolayı gerçekten çok fazladır.

Işık makalesinde öncelikle bizzat yansımaya ışığın zayıflamasını ve ikinci olarak da varsayımsal olarak merkezde ve onun yakınında yansıyan ışığın aslından daha fazla ışıklı olabileceğini ve hatta yanmaya bile yolaçabileceğini ele alacağız. Bunun deneyi: eğer yansıyan ışığı yüzeye yakın bir yerde opak bir nesneyle kesersek, tıpkı aynanın kendisinden daha küçük bir yüzeye düşen ışıkta olduğu gibi, orada bir miktar kuvvetli ışık oluşur. Sonra da uzaklaşmayla birlikte küçülme ortadan kalkmaz. Ve küçülme merkezle çakıştığında ışık da kuvvetlenmiş olur. Ve küçülme sona erdiğinde kuvvetlenmede sona erer. Sonra, opak nesne yüzey yönünün tersinde uzaklaştırıldığında, genişleme ve zayıflama başlar. Işıktaki şiddetlenme ortaya çıkar. Ancak,

arizi bir toplanma ve zati bir zayıflama olur. Zaman zaman geçtiği üzere bu sabittir. Renk ışığa bağlıdır.

Konum makalesi, eğik ve tümsek olan dümdüz görünür. Terside uygundur. Yani dümdüz olan da eğik görünür. Bunun açıklaması yapılacaktır.

Şekil makalesi, düzlem aynayla bu husus karşılaştırılırsa, miktarlarla ilgili açıklamaların gerekliliğinin daha çok olduğu açığa çıkar.

Kütle makalesinde, diyoruz ki, bu [kütle] miktarın büyüklüğüne bağlıdır.

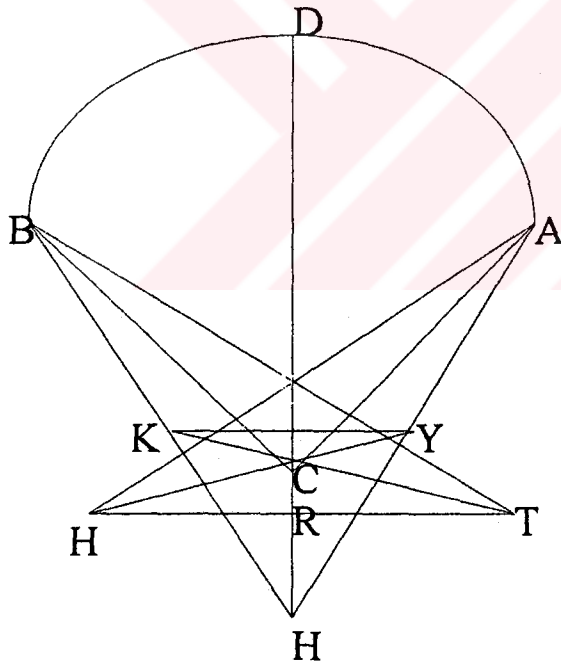
Büyüklik makalesi, eğer göz ve nesne yüzey ve merkez arasındaysa yansımayla görünen gelişle görünenden daha büyük olur. Ancak, konumda bir değişme olmaz. Bunun açıklanması için AB, C merkezi üzerindeki bir büyüklük, CD'de onun üzerindeki yarıçap olsun. Bunu H'de iki eşit kısma bölelim. CD hattı üzerinde herhangi bir R noktası alalım. Sonra da C'yi merkez alıp, CH uzaklığıyla bir yay çizelim. R'den H ve T'ye teğet iki hat çıkaralım. CH'yi birleştirelim ve H yönünde büyüklüğü Y'de kesecek şekilde uzatalım. Aynı şekilde CT'yi de onu K'da kesecek şekilde uzatalım. Sonra, RY ve RK'yı birleştirelim. Bu ikisini K ve Y yönlerinde uzatalım. Daha sonra, Y noktasında, büyüklüğün iç kısmında CH'ye paralel bir hat çıkaralım. K noktasından da benzer şekilde diğer bir paralel çıkaralım. CH'yi dik olarak Y'den L'ye paralel olarak çıkılan dikmeyi R'de kesecek şekilde uzatalım. Aynı

ve MK hatlarının eşit olması dolayısıyla YR hattı RK'ya ve CL hattı da CM'ye eşit olur. CA'nın AL'ye oranı CR'nin LY'ye oranına eşittir. CF'nin FM'ye oranı CR'nin MK'ye yani LY'ye oranına eşittir. CA'nın AL'ye oranı CF'nin FM'ye oranına eşittir. CL'de CM'ye eşittir. CA hattı CF kadardır. AF LM'ye paraleldir. Yansımayla algılanan AF hattı aslı olan LM'den daha büyüktür. Bundan dolayı, insan bu konumda suratını görüntüsünden daha büyük görür. Çünkü L noktası görünen ve Y noktası da onun yansımasıdır. Bunun görüntü noktası da CD dikmesinin bir tarafındadır. Mutlak olarak görünenin konumu değişmez. Bu büyüklüğün azalmasında iki yansımadan sonra eser kalmaz. Çünkü buradaki yansıma kısmi yansımadır. Bundan dolayı da daha büyüktür. Eğer R noktası RD ya da RH arasında olsaydı, büyüklük ve konum hususu tıpkı daha önce geçtiği gibi olurdu ve gözün merkeze yaklaşmasıyla da büyüme de artardı. YK kesitinin eğri olması ve CD'nin de buna dik olması dolayısıyla LN hattı da yansımadan dolayı eğri olarak görülür. Eğer yüzey düz ise çukur görünür; eğer küreselse düzlem görünür. Onun küreselliği de aynanın küreselliğine bağlıdır. Tümsekse tümseklige bağlı olarak çukur görünür. Bu yüzeylerdeki hatları da aynı nedenle değişmez olur. Merkez ve aynadaki yansımanın yer aldığı yüzey bir yönde ve göz ile nesne de bu ikisinin çapları yönündeyse yansımayla ortaya çıkan aslından daha küçük, değişmiş ve tersine dönmüş olarak görünür. Bunu açıklanabilmesi için AB bu nayna yüzeyindeki büyüklük, C onun merkezi olsun. CD çapını AB arasında C yönünden H'ye uzatalım. Burası göz merkezi olsun. H ve C arasında da bir R noktasının

bulduğunu varsayalım. Buradan HC üzerine R yönünde, RH, RT kadar olacak şekilde R'nin her iki tarafından HT dikmesini çıkaralım. H noktası için mutlak olarak BD yayında bir yansıma noktasının olması mümkün değildir; eğer açının bu yay üzerinde olduğu varsayılırsa dairenin çaplarından bir yarıçap onu eşit olmayan iki kısma bölmüş olur. H yansıma noktası AD yayı üzerinde, A'da olur. AH, AH, AC, CH'yi birleştirelim; ve CH'yi C yönünde A ile Y üzerinde birleşecek şekilde uzatalım. Benzer şekilde, T yansıma noktası da B üzerinde olsun ve BT, BH, BH ve CT'yi birleştirelim; ve CT'yi C yönünde HB ile K'da birleşecek şekilde uzatalım. Y noktası H'nin görüntüsüdür. K'da T'nin, YK'yi birleştirelim. Bu çizgi de HT'nin görüntü çapıdır. AH ve AH hatları BH ve BT hatlarına eşittir. A'daki iki açı da B'deki iki açıya eşittir. CH, CT'ye eşittir. AC ve CH hatları BC ve CT hatlarına eşittir. AH BT'ye eşittir. ACH üçgeni BCT üçgenine eşittir. AHY açısı BTK açısına eşittir. HAY açısı TBK açısına eşittir. HY TK'ya eşittir. RH de RT kadardır. CY CK'ya eşittir. YT hattı HT'ye paraleldir. HCD açısı geniş açıdır. HCA açısı da geniş açıdır. A'daki iki açı eşittirler. Bu iki açı B'deki iki açıya da eşittirler. HC YC'den daha büyüktür. TC KC'den daha büyüktür. YK hattı HT'den daha küçüktür. HT bu ikisinden daha küçük görünür. H noktası R üzerinde olsa bile, durum yine aynıdır. Aynı şekilde C ve R arasında olsaydı da yine durum aynı olurdu. HT sağdan sola ya da üstten aynanın altına doğru ve üçgen olarak uzasaydı da durum aynı olurdu. Gözlemci tam karşısında bulunması koşuluyla o şeyin önünü algılar ve bu konumun arkasında bulunan ise algılanandan

daha küçük görünür. Yüzey ve diğer kısımlar için de durum aynıdır. Bu konumlarda üzerinde bulunan her şey benzer şekilde algılanır. Bunun açıklaması ileride olacaktır.

Burada bu özel şekle ait çap ibaresini bir tarafa bırakalım. Çünkü göz merkezinin sağında ya da üstünde bulunan Y, göz merkezinin solunda ya da altında bulunan H'nin görüntüsüdür. Aynı şekilde göz merkezinin solunda ya da üstünde bulunan K, göz merkezinin sağında ya da altında bulunan T'nin görüntüsüdür; ve bunun tersi eğer, görünenin sağ tarafı sol ve üst tarafı da alt olarak görünürse, görüntü ters dönmüş ve yönleri değişmiş olarak görünür. Böylece bu konumda bu aynadaki suret de benzer şekilde görünür. Bu da onunla bizim aramızdadır.



Uyarı

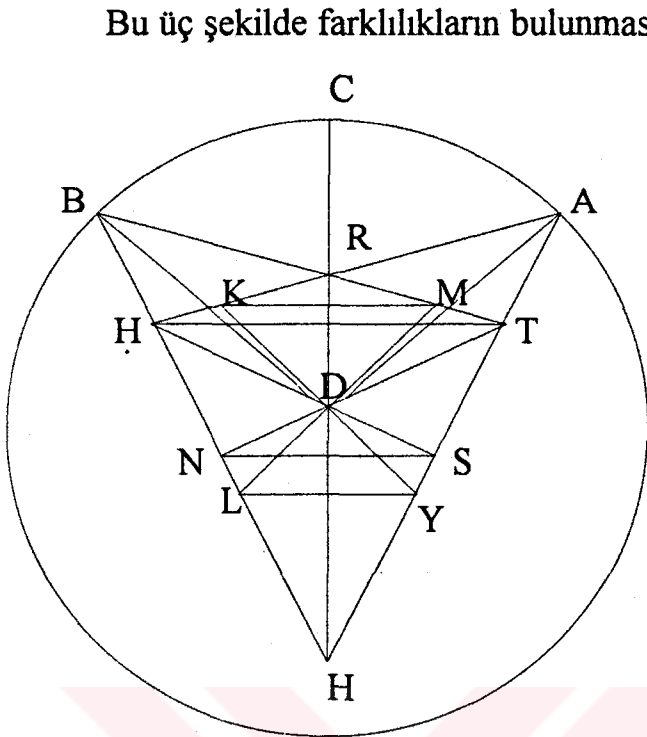
Bu iki şekilde, göz merkezi bu konumda görünen hatta göre isterse çok farklı olsun, zikredilen hükmün yansımaya bağlı olarak meydana gelmesi zorunludur. Onun tasavvuru ve tasviri gizli değildir. İşte burada aynı zamanda, çukur, tümsek ve düzlem aynadaki durumlar da farklı olurlar.

Ancak, bu durumların algısı da ayna yüzeyine olan uzaklığa bağlı olarak

suretin de küçülmesinden dolayı, zayıflar. Eğer merkez göz ve nesne arasında olursa, yansımaya ortaya çıkan miktarın görüntüsünün üzerinde bulunduğu aynaya bağlı olarak aslından daha büyük, eşit, veya daha küçük olması mümkün olur. Bunun açıklanması için AB ayna yüzeyindeki büyüklük CD'de bunun yarıçapı olsun. CD'yi D yönünde çevreye oldukça yakın bir noktaya, H noktasına kadar uzatalım. AD'yi DH'yle bir geniş açı oluşturacak şekilde birleştirelim. Bu durumda, BC yayı AC yayına eşit olur. Sonra HC, HA, HB ve DB'yi birleştirelim. A'dan, AD ile HAD kadar bir açı oluşturacak ve HC'yi R'de kesecek şekilde bir hat çikalım. Ve onu HB'yi H'de kesinceye kadar uzatalım. Sonra da, B'den DB ile HBD açısına eşit bir açı oluşturacak ve CH'yi aynı şekilde R'de kesecek şekilde bir hat çikalım. Ve bu hattı R' yönünde AH hattıyla T'de birleşinceye kadar uzatalım. D noktasından da AD üzerine aynı yönde bir dikme alalım ve bu dikme AH'yi Y'de ve RH'y' de K'da kessin. Yine D noktasından HB'yi L'de ve TR'yi de M'de kesen bir hat daha çizelim. KM ve YL'yi birleştirelim. Diyoruz ki, göz H'de MK'da AB aynasındaki algı, Y' K'nın görüntüsü, L, M'nin görüntüsü ve YL de MK'nın görüntü çapı olsun; YK hattı A açısını iki eşit kısma bölen AD'ye diktir. Bu durumda DY ve DK hatları eşit olur. Benzer şekilde DL ve DM hatları ve YDL ve KDM açıları eşit olur. YL ve DM kenarları birbirlerine eşit olurlar. MK bu konumda miktarın kendisine eşit görünür. Bu benzer konumda MK hattının bir kez sağdan sola, bir kez üstten alta veya bunların arasında uzadığını düşünelim. Bu durumda üzerinde bulunduğu hatta intibak ettiği düşünülen yüzey üzerinde

bulunana eşit olur. Görüntünün yönlerinin değişmesinden dolayı ters dönmüş ve değişmiş olarak görünür. Eğer göz R'de ise ve görünen de YL ise onun algısı ACB yönünde olur ve algılanan miktar değişmez. Ancak ters dönmüş ve değişmiş olarak algılanmaz. Çünkü, LMK görüntüsü gözlemcinin gerisindedir. ve algısı da önündedir. Y'nin görüntüsü olan K AR hattı üzerinde ve L'nin görüntüsü olan M'de BR hattı üzerinde algılanır. Çünkü, bu iki görüntü onun gerisindedir ve bu şaşkırtıcı birşey olarak düşünülür. Bu da bizim belirtmek istediğimizdir. Sonra TH'yi birleştirelim. Benzer şekilde TD'yi birleştirelim ve bunu HL ile N'de kesişecek şekilde uzatalım. HD'yi birleştirelim ve onu da TY' ile S'de birleşecek şekilde uzatalım ve SN'de birleştirelim. HA hattı AS'den büyüktür. HA'nın AS'ye oranı HD'nin DS'ye oranına eşittir. HD, HS'den daha büyüktür. Benzer şekilde TD, DN'den daha büyüktür. TH, SN'den daha büyüktür. Eğer göz H'de ise, TH'de algılanan ise, onun görüntü çapı olan SN ondan daha kısa olur. TH yansımayla aslından daha kısa, ters ve değişmiş olarak görünür. Eğer göz N'de ise ACB yayındaki SN görüntüsü TH olarak algılanır ve aslından daha büyük görünür. ve düzdür, değişmemiştir. Bu da bizim üstünlüğümüzdür.

Uyarı



altına alınmasıyla, algılanması kolaydır.

farklı olması, gözün konumlarının nesneye ve ayna yüzeyine göre farklı olması nedeniyle, bunların ayrıntıları da aşırı uzun olur ve burada bu şekillerde içerilmiştir ve buna gereksinim duyulmadan geçilmiştir. Çünkü bu hususların sabit hale getirilerek kontrol

Diğer bir uyarı

Her bir nesnenin görüntü konumları aynanın dahilinde olmaz ve yansıma kesitlerini de içermez. Belki yüzeyin dışında bulunabilir. Bunu ihmal etmek [atlamak] hataya davetiye çıkarmaktır. Bu uyarı bundan dolayıdır. Önemli olanlardan geriye kalanını şeklin farklılığı içinde açıklamaya söz veriyoruz. Eğer biz ayna yüzeyine bir silindir dikersek ve bu yüzeye bakarsak, bu durumda onun görüntüsünü aynanın içine gömülmüş ve gittikçe genişleyerek büyüyen bir koni olarak görürüz.

Diğer aynalarda ise bunun tersi olur. Yani bu görüntü konileri silindirik olursa, gittikçe incelmeye başlarlar. Bunun nedeni burada açıklanmıştı. Yani yüzeye yaklaştıkça aslından daha büyük görünür. Merkeze gittikçe yaklaşma yönünde bulunan herşeyin görüntüsü yüzeyin genelinde gittikçe daha fazla büyür ve ışığı merkeze ulaşmaz olur. Bundan dolayı sureti görünmez, aksine ışığı görünür. Burada son bulduğu görülür. Bu itibarla, koninin silindir olarak ve düzlem aynada yansımaya oluşan görüntünün de bunun tersine olarak konik görünmesinin mümkün olacağı açıktır.

Konumların da değişeceği açıklamamıza gelince; eğer bir silindir, yüzeye dik ise, onun görüntüsü sanki gömülmüş gibi olur ve düzlem aynada ters dönmüş dikmenin görüntüsüne nisbetle ters dönmüş görünür; ve yönlerde, sağ sol, sol da sağ olarak değişmiş olur. Neden tektir ve bu durumda, varsayımsal (vehmi) olmayan, konumsal olarak ters dönmüş diğer bir görüntü oluşur. Bu ters dönmenin nedeni de büyüklük hataları konusunda geçmişti.

Ayrıklık ve Bitişiklik makaleleri, diğer aynalarda meydana gelen hatalar burada daha fazla meydana gelir. Çünkü, açık olduğu üzere onların özelliklerini fazlasıyla bir araya getirilmiştir.

Sayı makalesinde, tek olan bir şey tek bir gözle iki veya üç tane olarak görünebilir. Ancak deney sonucu dört tane olarak görünme tesbit edilmedi. Bu delil yokluğu özellikle, tek bir nokta da olur. Eğer, örneğin bir Hardele tohumunun sureti, bazı konumlarda yüzeyin üzerindeyse tek

bir şey olarak görünür. Bu iki suret bu üslup üzere kütlelerine nisbetle her ikisinin büyüme yönünde, (ortadaki) etraftaki suretin çevrelediği bir halka kesiti olarak görünür. Görüntüden göze uzayan ışın doğruları boyunca bulunan nesneye yaklaşmayla uzama ortadan kalkmaz; ta ki iki suret birleşinceye kadar. Bu düzlemde yaklaşma bütünüyle gerçekleştiğinde ikisi tek bir halka oluşturur. Eğer, görünen bir lambanın ışığı ya da ateş alevi ise ve fitili de küçükse bu durumda konu daha açık hale gelir. Eğer yanlamasına uzatılır ise değişim açıkça görülür. Eğer dik olarak bulunuyorsa ters düşmüş olarak görülür.

Geriye kalan makaleler de de diğer aylarda olanlar sözkonusudur. Ancak Güzellik ve Çirkinlik makalelerinin özgün bir durumu vardır. Suretleri büyük oranda bozan ve yüzün görüntüsünü fazlalaştıran bazı eşyalar, tek bir grupta toplanabilir. O da yüzün görünüşünün küçük olmasını gerektiren konumdur. Tümsek olan düzleme yaklaştırıldığında, bazen yansımayla birlikte ondaki görüntü güzel olabilir. Bazen de aksi. Çirkinlikte yüzey küçüktür. Üzerindeki şeyin daha büyük görüldüğü konumlarda ise güzel görünür. Bu ayna hataları örnekleri sayılamayacak kadar çoktur. Biz burada onu kısalttık.

BEŞİNCİ BÖLÜM

Silindirik ve konik çukur aynalardaki hatalar konusundadır. Bu iki aynanın bazı durumlarında da küresel çukur aynada olduğu gibi, görüntü

aslından daha büyük, eşit, sayısal olarak çoğalmış, yönleri değişmiş ve ters dönmüş olabilir. Her iki aynanın gerçek konumlarında da durum aynıdır; ancak karşılıklı iki yönde, koni ve silindirin bükülme yönünde bulunması gerekir, bunların uzama yönlerinde değil. Silindirik aynada görüntülerin uzaması daha fazladır. Bu durum uzun bir görüntünün [silindirik ve konik] tümsek aynalarda olduğu gibi, yuvarlak olmasını gerektirir. Konik aynada ise, bununla birlikte surete köşeleşme eklenmiş olur. Aynı zamanda bunun aksi de olur. [köşeli olan yuvarlak görünür.] Burada şekillerin görüntüsündeki şaşkınlık, çukur küresel aynada geçenler gözönüne alındığında, gerçekten çok fazladır. Düşünüldüğünde bunun açık olduğu anlaşılır. Allah bilir.

ÜÇÜNCÜ KİTAP

Üçüncü kitap kırılma, yani saydam bir nesne aracılığıyla doğrusal olmayan bir düzlemde bulunan eşyanın, saydam olmayan şeyin, göz tarafından görülmesi, konusundadır. Bu durumda iki yüzeyden birisinin saydamlığı üzerine düşen ışıkları, o yüzeyin karşısındaki diğer bir yüzeye nüfûz etmemesi durumunda değil, aksine özel bir konum ve özel bir mahalde gözlemleriz. Bu saydam nesnenin geriye kalan kısmı da, küresel ya da küp biçiminde bir billur parçası, veya saf suyla dolu ince cam bir kap ya da benzer nitelikli bir şey gibi, gölgeli görünür. Bunu analiz etmek için araştırma yapmak gerekir. Bunun nedenlerinin açıklaması da beş bölümde ele alınmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

Birinci bölüm bu ışıkların [kırılan] nitelikleri konusundadır. Beş amacı kapsar.

1) Daha önce kendinden ışıklı ya da ışıklandırılmış nesnelere çıkan ışığın, karşısındaki bütün yönlerde doğru küresel olarak yayıldığı açıklanmıştı. Nesnenin tümünden ve üzerindeki her noktadan çıkan bu yayılım, orada bulunan saydam nesneye doğru da uzar.

2) Işık eğer, diğer bir saydamda son bulursa, onun yüzeyini de aydınlatır ve oradan beş ışık doğar. Bunlardan *birincisi*, gelen ışığın aydınlatıldığı yüzeyden karşı tarafa doğru, tıpkı bütünüyle opak olan bir nesnenin aydınlatılmasıyla oradan çıkan ikincil ışıklara benzeyen bir ışık. *İkincisi*, bu ışıklandırılmış nesneden çıkar ve onun yüzeyinde küresel olarak yayılır. *Üçüncüsü*, bu parlak yüzeyden yansıyan ancak ayna yüzeylerinden yansıyan ışıktan farklı olan bir ışıktır. *Dördüncüsü*, nesnenin saydamlığından dolayı, özel bir biçimde nüfuz eden ışıktır ki, bu bölümün konusunu oluşturan da bu ışıktır. *Beşincisi*, ışığın nüfuz ettiği ortam boyunca uzayarak, ortamın tabanından, yani birinci yüzeyin karşısındaki yüzeyden, yansıyan ışıktır.

Bunun deneyi; deney odasında ışığın düştüğü yere bir kap koyalım. Ve onu son derece saf özel bir suyla dolduralım. Sonra ışığın düştüğü yere ortası ışığın konumundan daha geniş oyulmuş son derece ince ve

opak bir levhayı suyun yüzeyine teğet olacak şekilde yerleştirelim. Daha sonra, odanın, her tarafına yayılan ışıkla ve ayna yüzeylerinden ışıkların yansıdığı konumda yansıyan özel bir ışıkla aydınlandığını görürüz.

Yansımış ışığı içi boş bir nesneye gönderelim. Bu durumda ışık ortadan kalkacaktır. Aynı şekilde içi boş nesnenin tabanına düşen ışık da ortadan kalkacaktır; yalnızca Birinci Mirsad [kitap] da verilen örnek hariç. Geriye, yayılan ışık (gelen ışık) kalır. Bu da ikincil ışıktır. Sonra kabın içine bakalım. Orada iki ışık görürüz. Bunlardan birisi özel bir şekilde oraya nüfuz eden ışıktır. Bununla, bu ışığın delikteki konumuna mukabil kabın tabanında düştüğü yer bilinir. Diğer ışık da orada yayılan ışıktır. Her iki durumda da bu yayılım ortadan kalkmaz; öyle ki, kabın tabanının opaklığı üzerine veya saydam üzerine ya da her ikisine birden düşen ışığın konumundan çıksa bile. Bu durumun ışığın saydam nesnedeki yayılımı boyunca meydana gelmesi olanaklı değildir. Çünkü suyun çok saf olduğu söylenmişti. Bu durumda orada ışığın görünmesi gerekmez, çünkü orada çıkan diğer bir ışının daha kuvvetli olduğu anlaşılır. Bu kabın üzerine diğer bir kap koyalım. Bu kabın altını birinci kabın ağzına bitiştirelim. Sonra üstteki kabın tabanına, levhadaki deliğe eşit bir delik açalım; ve onu da suyla dolduralım; ve bu kabın üzerine de delikli bir levha yerleştirelim. Levhayı hareket ettirerek aynı hizaya getirelim. Bu durumda Güneş belirli bir yüksekliğe ulaştığında gözlem yapılırsa, ışığın levhanın deliğinden kabın altındaki deliğe bütünüyle nüfuz ettiği görülür. Böyle bir durumda üstteki kabın tabanının kesif kısmına düşen ışınlar ise yok olur. Odanın her tarafına yayılan ışını

tamamen yok olmuş olarak değil de, zayıflamış olarak görürüz. Bu zayıflamanın da iki kableden dolayı olduğunu biliriz. Bu ifade kabın kesif tabanından çıkan ikincil ışık için geçerli değildir. Burada yayılan ışığın varlığı, saydam yüzey boyunca ışığın düştüğü noktadan başlayarak levhanın deliğinden giren küresel yayılımla belirlenir. Nüfûz eden ışığın hissedilebilecek kadar olduğu ve var olduğundan şüphe yoktur. Bu özel nüfûzun açıklaması inşallah ileride gelecektir. Karşı yüzeydeki yansımaya gelince; onun varlığı da yüzeyi perdahlanmış saf billurdan bir küreyle ya da perdahlanmış bir küp parçasıyla, gösterilebilir. Burada kesifliğin bulunduğu yönde birleşmeyle açığa çıkan dahili ve harici yansımaya tanık olunmaz.

3) Saydam nesnelere nüfûz eden ışıklar aslından daha zayıf olur. Bunun deneyi: Birinci kabın tabanında ışığın düştüğü yere bir kez bakıldığında ve daha sonra o yere tekrar bakıldığında, eğer ışın suyun dışında renkli opak bir nesneyle kesilirse, kabın tabanının rengi opak nesnenin rengini alır. Ortaya bir fark çıkar. Bu deney odasının duvarında bulunan delik iki tane ise ve bunlardan birinde bulunan ışık kaba giriyorsa ve bu ışık daha sonra levhanın deliğine yakın bir yerde kesif bir nesneyle kesilirse, daha açık ve seçik bir hal oluşur. Bu fazlalaşma girdikten sonra açılma dolayısıyla gerekli olan zati bir fazlalaşmadır. Kuvvetlenmenin ilineksel olması da mümkündür. Bunun incelemesi de inşallah ileride gelecektir.

4) Saydam nesneye nüfûz eden ışınlar, oradan aslına eşit olarak bir kez nüfûz ederler. Ve daha sonra kuvveti artmış olur; tıpkı çukur aynada

olduğu gibi. Kuvvetinden dolayı yanma meydana gelir, tıpkı burada olduğu gibi. Yüzeyi düz nesnelere açığa çıkabilen bu durum, kürelerde ise daha yakın mesafelerde ortaya çıkar. Bunun deneyi: Güneş ışığı yüzeyi perdahlı saf billur bir küreye ya da suyla doldurulmuş ince cam bir küreye gönderildiğinde, onun göğelendiğini ve ortasının ise bu konuma benzer bir konumda aslında daha kuvvetli olan bir ışıkla aydınlandığını görürüz. Eğer su bazı bulanıklaştırıcı şeyle bulanıklaştırılırsa, bu durumda yayılan ışın konisi ve toplam ışık görünür hale gelir. Nüfüz ettikten sonra, aynı zamanda, toplanmayla birlikte artış olur. Bunun nedeninin açıklaması ileride yapılacaktır. Burada yanma meydana gelir.

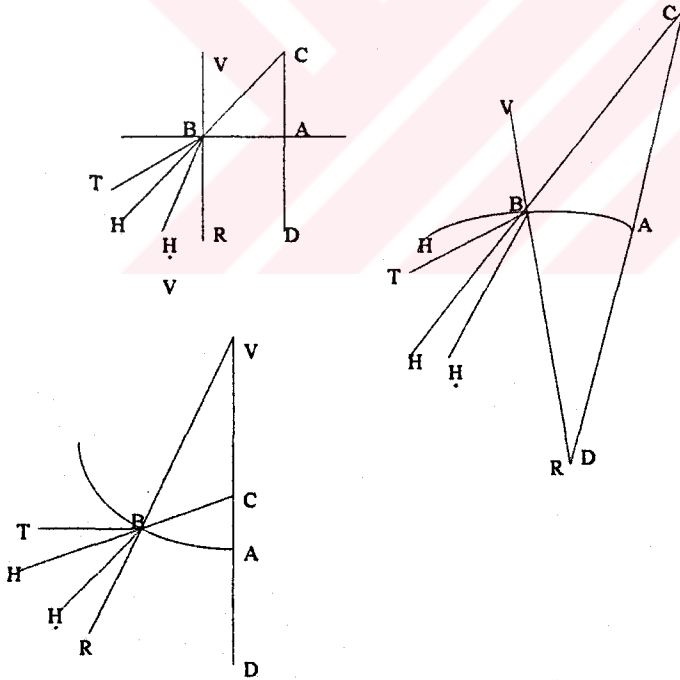
5) Saydam nesnelere nüfüz eden ışıklar o nesnelere renklerini de alırlar. Hava gibi saydam bir ortamdaki doğrusal görme ile ilgili açıklamalar daha önce geçmişti. Bu deneylerle kıyaslandığında, diğer saydamlarla yapılan deneylerin doğru olduğu görülür.

İKİNCİ BÖLÜM

İkinci bölüm kırılmanın nitelikleri hakkındadır. Yedi amaçtan oluşur.

1) Hava dışındaki bir saydama giren ışık, tıpkı havada olduğu gibi, girdikten sonra doğrusal hatlar boyunca yol alır.

2) Eğer, ışık herhangi bir saydam yüzeye düşerse ve onun koni



ekseni bu yüzeye dikse, bu durumda doğrusal bir düzlemde nüfûz eden ışık ortadan kalkmaz. Eğer yüzeye dik değilse, bu durumda yüzeye belirli bir açıyla geldiği bu doğrultunun dışındaki bir doğrusal hatta nüfûz eder. Bu nüfûza kırılma, kırılmayı gerektiren

saydama ise ortam denir. Işık ekseninin uzadığı ve doğrusal bir düzlemde kırıldığı varsayılan yüzeye de görüntü yüzeyi adı verilir. Ortam ve görüntü yüzeyi arasındaki ortak kesite de kırılma kesiti denir. Işığın üzerinde yayıldığı hat, eğer saydam yüzeye eğilimliyse, ve kırılmanın olmadığı bir doğrultu boyunca girdiği varsayılırsa, girdikten sonraki hatta, o düzlem boyunca görüntünün olmaması dolayısıyla, hat el-Mehcur [sapan (terkedilen) hat] denir. Kırılma kesiti üzerindeki açıya bitişik olan noktaya kırılma noktası [nokta el-initaf] adı verilir. Bu nokta ve görünen nokta arasını birleştiren hatta da kırılma hattı denir [hat el-initaf]. Kırılma kesitinin her iki yönünde uzayan ve yüzeye kırılma noktasından dik olduğu varsayılan hatta da kırılma dikmesi [Normal] (amud el-initaf) denir. Bu hat hiç bir zaman görüntü yüzeyinin dışında olmaz.

3) Işığın girdiği ortamın saydamlığı yoğun ise, bu durumda kırılma Normale doğru, eğer ortamın yoğunluğu az ise bu durumda da Normalden öteye doğru olur. Kırılma hattı ve terkedilen hattın oluşturduğu açı, ister Normale doğru ister Normalden öteye doğru olsun, kırılma açısı diye adlandırılır.

4) Kırılma açısı ortamın yoğunluğuna göre değişir. Yani ortamın yoğunluğu arttıkça, buna paralel olarak kırılma büyür. Ortamın yoğunluğu azaldıkça, buna paralel olarak kırılmada küçülür. Bu söylediklerimizi üç farklı örnekle gösterebiliriz. Bunlardan birisi, doğrusal, birisi çukur ve diğeri de tümsek bir yüzey olsun. AB ışığın düştüğü yüzeydeki kırılma kesitidir. C ışığın kaynağıdır. Eğer koninin

ekseni, AB hattına dik ise, bu durumda A noktasından geçer; bir istikamet üzere nüfûz eder ve D noktasında son bulur. Eğer bu hat meri bir hatsa bu dikmeye görüntü dikmesi denir. Çünkü bu nokta aynen ve aynı konumda görünür. Eğer bu hat CB hattı gibi dikey olmazsa H'ye doğru nüfûz eder. HB hattı terkedilen hatdır. Sonra, B'den AB hattı üzerine B yönünde nüfûz eden bir hat, VBR dikmesi gibi, olduğunu düşünelim. Bu durumda diyoruz ki, eğer [ışığın girdiği] ortam yoğun ise, yoğunluktan dolayı kırılma hattı BH, ve eğer ortam az yoğun ise, kırılma hattı BT olur. Birincisi BH hatına nisbetle Normale doğru, ikincisi ise bunun tersi yönde yer alır.

5) Kırılma hattı, terkedilen hat, normal ve göz merkezi daima tek bir yüzeyde, görüntü yüzeyinde yer alırlar. Bu yüzey daima saydam yüzeye dik olur.

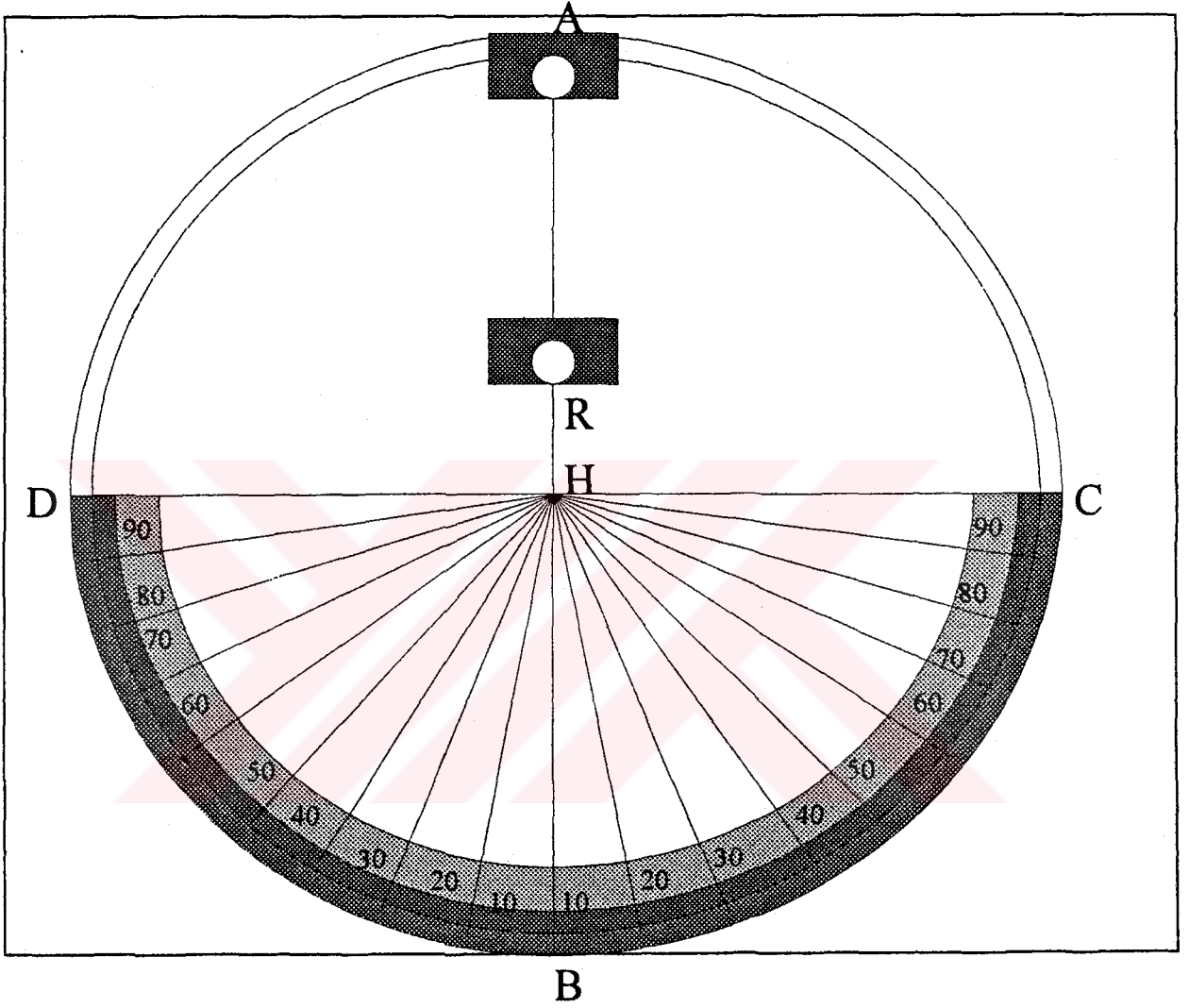
6) Kırılma açısı gerçekte bir dik açının yarısından daha büyük olmaz.

7) Kırılma açıları gelen ışığın yaptığı açılardan daha küçüktür. Bütün bunların deneyi: Yüzeyi düzgün dairesel bir levha alalım. Onun yüzey çevresinin hemen altında H merkezli bir ABCD dairesi çizelim. Ve bu daireyi birbirine dik olan AHB ve CHD çaplarıyla bölelim. Sonra BC ve BD çeyrek dairelerinden her birini 90 eşit ya da daha dakik kısma bölelelim. Bunları beşer beşer birleştirelim. Merkez dik hat üzerindedir. Bu hat üzerinde ve B'nin her iki yönünde 90 dereceye ulaşınca kadar rakamları yazalım. Bu kısımlara doğrultu adını verelim. Sonra bu üslub

üzere sağlam levhadan yapılmış, usturlabın İdadesinin³³⁶ iki hedefesine benzer iki alet alalım. Bunların kenarları birbirine paralel, açıları da diktir. Bunlardan bir tanesini A noktası üzerine, yüzeye dik olarak yerleştirelim. Öyle ki bu durumda AB çapı onun yüzeyine dik olur ve kendisine teğet olan kenarını da eşit iki kısma bölmüş olur. Sonra onun yüzeyine A noktasından AB'ye bir dik çikalım. Diğerini de yine bu çap üzerinde, AH arasında merkeze yakın bir yere yerleştirelim. Öyle ki bu durumda bu iki hedefenin yüzeyleri paralel olurlar. AH hattına teğet olan kenarı da onu R'de kessin. Onun yüzeyine, R noktasından RH'ye bir dik çikalım. Sonra, R noktasını hedefe diki üzerinde, çevredeki derecelerden ikisi miktarında uzaklaştıralım. O noktayı işaretleyelim. Bu miktar kadar A noktasındaki hedefeyi de uzaklaştıralım. O noktayı da işaretleyelim. İki işaretten her birini [birer] merkez yapalım; ve bu uzaklıklarla daire çizelim; ve A noktasına, üstteki hedefenin çevresine teğet olan yuvarlak bir delik açalım. Alttakine de R noktasında. Sonra, uzunluğu AB çapının 7/11'i oranında olan, eni de üstteki hedefenin çevreye uzaklığı kadar olan cetvele benzer bir levha alalım. Bunu CBD çevresi üzerinde, yansımayı incelemek için kullanılan aletin muntikasına benzer şekilde aletin yüzeyine dik bir konumda bükelim. Buna da aynı şekilde muntika adını verelim. Onun yüzeyine hedefenin delik çapının yarısı kadar olan, levhayla birleşme yönünde boyuna uzayan çizgiler çizelim. Buna muntika hattı diyelim. Bu da görüntü yüzeyinin daire çevresidir. Çevredeki dereceleri onun çukur kısmına doğru uzatalım. Sonra, yüzeyin üzerine R

³³⁶ Usturlabın sırtı üzerine konulmuş, mihver veya meyil etrafında dönen bir nişan cetveli olup, yıldızların yüksekliğini ölçmeye yarar.

noktasına, tepesinin gölgesi kolaylıkla algılanacak şekilde, ucu kör olan iğne gibi, bir çubuk dikelim. Bunun uzunluğu, izi merkeze düşecek şekilde yarıçap kadardır. Buna da uç nokta [bitim noktası] diyelim.



Deney yöntemine gelince; ilk önce ortamın yoğun olması durumu. Güneş, gölgesi bütünüyle alttaki hedefeyi örtecek şekilde, üstteki hedefeyle aynı hizaya gelsin. Bu durumda onun yüzeyi ufuk düzlemine ve kendisini gölgede bırakan yani güneş ışınlarının yayılmasını

engelleyen ve iki yüzeyden birisini örtmeyen levhaya dik olur. Eğer bilinen şartlar altında, ışık belirli bir yüksekliğe ulaştığında, iki delikten [hedefelerin deliklerinden] girerse; ve çubuğun tepesinin gölgesi B noktasına dik olan muntıkadaki dikme üzerine düşerse, onu deliğin yarıçapı kadar kesmiş olur. Bu şartlarla aleti, H merkezi su yüzeyine teğet olacak şekilde saf tatlı suya daldıralım. Bu şartlar korunarak, eğer bu yer örneğin, su yüzeyinde BD çeyrek dairesindeki 50 derece ise, bu durumda bu hattın kırılma dikmesi de CB çeyrek dairesindeki 40 derece de olur. HB doğrultusu, B ve M arasındaki diğer bir doğrultuyla değiştirilirse, ışık yine aynı şekilde görülür. Eğer bu doğrultu 15 derecede olursa kırılma yayı da 15 derece olur. Eğer dikme ve HB yarıçapı arasındaki açı büyük olursa, yoğun ortamda kırılma açısı da daha büyük, az yoğununda ise tersi olur. Bu durum, eğer bir aletin tepesine, açıkça görülebilen silindirik, dairesel bir mili, silindir eksenini merkezde olacak şekilde yerleştirip ve onu silindirin idade kenarının yüzeyinde bulunan deliğe geçirirsek, daha açık hale gelir. Ve o taraf silindirin eksenini gibi olur. Dairenin kutbunu kabın tabanına orada daire oluşturacak şekilde yerleştirelim. Bu durumda dikme ufuk düzlemine eğimli olmaz. Böylece, aletin, idade yüzeyine oturtulmuş bulunan mil üzerinde döndürülmesi mümkün olur. Kabı aletin merkezine değinceye kadar suyla dolduralım. Böylece özel bir konum elde edilmiş olur. Ve onunla deney çok daha kolay olur. Tekrar deneye dönelim: Diyoruz ki; saf suyla dolu kabı tuzlu suyla dolduralım. Bu durumda kırılma, saf suda olduğundan daha şiddetli olur; ve kırılma açısı da büyür. Işığın da

merkezden çevreye doğru, suyun içerisinde, kırılmanın niteliğini denediğimiz havada olduğu gibi, doğrusal çizgilerde yayıldığını görürüz. Kırılma da, suyun yüzeyindeki bir noktada değil aksine kırılma kesitinde olur; ve ışın konisinin ekseni de, yani çubğun tepesinin gölgesi mıntıkanın ortasındaki kırılma hattı ve onun normali ve hava da bulunan ışık konisinin ekseni doğrultusundaki mehcür hat daima görüntü yüzeyinde bulunur.

BUNUN ANALİZİ VE İNCELENMESİ

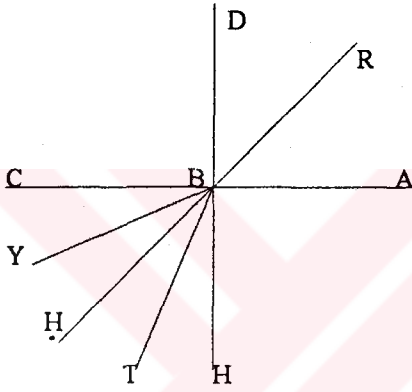
Bu deneyde, ışığın kırılması B noktasının bulunduğu düzlemden HM doğrultusuna olur; çünkü, suyun saydamlığı ışığın iki delikten geçerek ulaştığı havanın saydamlığından daha yoğundur. Ancak tuzlu suda ise daha şiddetli olur. Çünkü, tuzlu su tatlı sudan daha yoğundur. Eğer, ağır bir nesne tatlı suya konulursa, tatlı su onu taşımaz, aksine o nesne batar. Ve dibe çakılır. Tek bir şişe eğer tuzlu suyla doldurulursa, ağırlığı tatlı suyla dolu durumdaki ağırlığından daha fazla olur. Bunun nedeni Tabiatta sabit olduğu üzere, ağır suyla dolu olmasıdır. Bunun açıklamasını incelemekle amaçtan uzaklaşmış olmayız. Eğer durum böyle olursa, hata kaçınılmaz olur. Eğer yoğunluk fazlaysa, kırılma da daha fazla olur.

Deneye geri dönelim. Diyoruz ki, Güneşin zenite ulaştığı bir durumda, bu hususu denersek, ışık merkezinin mıntıkadaki B doğrusu

üzerinde olduğunu görürüz. Işın su yüzeyine, tıpkı daha sonra sıvı dışında daha yoğun olan bir ortamda yapılacak deneyde olduğu gibi, dikse kırılma olmaz. İki yüzeyi birbirine paralel olan bir billur, ABCD dairesinin yarısı kadar bir levha, üçüncü olarak, bu ikisinin yüzeyine dik konulmuş yuvarlak bir silindir. Dördüncü olarak da yine bu ikisine dik düz bir levha alalım. Bunun kalınlığı muntıkadan fazla, oldukça saf ve yüzeyi de son derece cilalı olsun; ve bunu da aletin üzerine, onun yüzeyi muntikanın yüzeyine degecek şekilde koyalım. Onun yüzeyinin safihanın yüzeyine degen kısmının çapı CD kadar olsun; ve bu levhayı iki ucundan mumla sabitleştirelim. Böylece billurla yapılan deneyde amaç hasil olmuştur. Çünkü, sıvıdan başka bir şeyle yapılan deneyde aletin ufuk düzlemine dik olması gerekmez. Hatta onun kendisinin iki delikten ışığın girmesi esnasında levhayı gölgelemesi şarttır; ve onun ekseni herhangi bir konumda billurun ve safihanın merkezlerinden geçer. Bundan dolayı, yani ışın konisinin ekseni billurun yüzeyine dik olduğundan dolayı asla kırılma meydana gelmez. Sonra, billuru BD çeyrek dairesindeki HN yarıçapı onun [billurun] yarıçapına intibak edecek ve boşluk kalmayacak şekilde döndürelim. Dikme HM olsun. Bu konumda bunları mumla sabitleştirelim. Bununla deney yapalım. Işığın HB hattı yönünden BM arasındaki diğer bir yöne döndüğünü görürüz. Bu durumda kırılma yayı 15 dereceden daha büyük olur. Çünkü, billur tatlı sudan daha yoğundur. Onun metreküpü tatlı suyun aynı miktardaki metrekübünden, tabiatı gereği daha ağırdır.

Daha az yoğunla yapılan deney; ilkinen benzer bir billur parçası alalım. Onun yarıçapı HR hattı kadar olsun. Kalınlığı da, hedefeden fazla olsun. Yarı daire büyüklüğündeki parçayı levhanın yüzeyine, bu sathın merkezi levhanın merkezine ve çapı da çapına intibak edecek şekilde, birleştirelim. Bu durumda, A iki çapın sathı ile muntıkanın sathı arasında ve az yoğun ortamda bulunur. Deneye geri döndüğümüzde ışığın düştüğü yerin merkezinin B doğrusunun bulunduğu muntıkanın orta hattı ile kesiştiğini ve kırılmanın meydana gelmediğini görürüz. Çünkü ışın konisinin ekseni az yoğun ortama, yani billurun yüzeyine temas eden havaya diktir. Sonra, billurun çapını, örneğin, DB çeyrek dairesindeki 30 dereceye getirelim. Bu durumda kırılma çizgisi BC çeyrek dairesindeki 60 derecede olur. Eğer deneyi yukarıda anlatıldığı biçimde devam ettirsek, ışının HB hattından Normalin tersi yönüne saptığını görürüz. Burası DB çeyrek dairesindeki 10 derece olsun. Öyleki burada dikme yoktur. Çünkü ortamın saydamlığı ışığın geldiği ortamın saydamlığından daha azdır. Bütün bu deneylerden sonra, muntıkanın ortasında bulunan hatların tümünün konumlarının, tek bir görüntü yüzeyini gerektirdiğini anlarız. Tıpkı çok yoğun ortamda olduğu gibi. Mehcur hat ile belirli bir doğrultu boyunca billurun yüzey çapına intibak eden hattın arasında kalan açının daha büyük olması halinde, kırılma açısı az yoğununda daha büyük, çok yoğununda ise daha küçük olur. Bunu örneklendirirsek; diyelim ki ABC hattı kırılma kesiti B noktası da kırılma noktası olsun. Bu hat üzerine DBH dikmesini dikelim. Işıklı nesnenin merkezi R olsun; ve bunu B noktasıyla birleştirelim; ve H'ye kadar uzatalım. Sonra da HBH

açısını, BT hattıyla çakışacak şekilde, ikiye bölelim. Bu hattı yoğun ortamdaki kırılma hattı olarak düşünelim. CBY açısını da benzer şekilde BY hattıyla bölelim ve bu hattı da az yoğun ortamdaki kırılma hattı olarak düşünelim. Diyoruz ki, geliş açılarının büyümesiyle kırılma açıları da büyür. HBH açısının çok yoğun ortam için geliş açısı RBD, CBH açısının az yoğun ortam için geliş açısı RBA'dır. Birinci durum için kırılma açısı TBH, ikinci durum için kırılma açısı CBY'dir. Bunlardan her birine Zaide denir. Aynı zamanda Bakiye olarak da adlandırılırlar.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Gelen ve kırılan ışınların yer aldığı ortamın gerisinde oluşan görme konusundadır. Dört problemden oluşur.

1) Bir ortamın gerisinde gözün algıladığı her şey, eğer göze suretleri getiren ışının koni eksenini ortamın yüzeyine dik ise, görünen nesnenin eksen konumu geliş, yönünde görünür. Bunun dışındaki bir nokta, örneğin, bununla göz arasını birleştiren hattın üzerinde bulunan yüzeydeki bir başka noktaya eğimli gelirse, kırılmaya uğramış olarak görülür; ve hiç bir zaman geliş yönünde görünmez. Daha önce yansıma aletinde geçtiği üzere silindirik bir boru alalım ve bunu hedefinin deliği hizasına kadar yükseltip, borunun ağız tabanının yüzeyi CD çapının hizasına gelinceye kadar ve görüntü yüzeyinin merkezi bu borunun silindirik tabanının merkezine oturacak şekilde, oraya sokalım; ve silindiri oraya sabitleştirelim. Bu ağız kaidenin merkezine yerleştirelim; ve muntıkanın ortasındaki cüzler üzerine hissedilebilecek şekilde, suyla çıkamayan renkli yağlı boyayla işaretler koyalım. Sonra, daha önce geçen koşullara uyarak, bu aleti deney kabına daldıralım; öyle ki suyun yüzeyi CD çapına intibak etsin. Bu durumda gözümüzü borunun üst ağzına, göz merkezimiz silindirin eksenine oturacak şekilde, oturtalım. Bu durumda B noktasını görürüz. Çünkü rakamdan göze gelen ikincil

ışık su yüzeyine diktir. Aletin BD çeyrek dairesindeki 40 derecesini [yüzeye] intibak ettirip, yukarıdaki şartlar altında sabitleştirsek ve borudan da bakarsak, bu durum da muntikanın ortasındaki B doğrusu üzerindeki bir noktayı göremeyiz; aksine yoğun ortamdaki kırılma doğrusunun yer aldığı CB çeyrek dairesindeki 20 rakamının bulunduğu doğruyu görürüz. Bu noktadan görüntü yüzeyinin merkezine, yani kırılma noktasına suretle gelen ışık, göze ulaşınca kadar normalden öteye doğru, havada kırılmış olur. Çünkü hava az yoğundur. Daha önce yoğun ortamdaki kırılmaya örnek olarak verdiğimiz ve sudaki oranla karşılaştırmak için yaptığımız deneyde kullanılan billurla yapılan deney: Bu her iki ortamda kırılma açıları farklıdır. Ancak biz, borunun ağzının kesitinin, silindirin eksen kesitinin görüntü yüzeyinin merkezine, yani kırılma noktasına intibak edinceye kadar silindiri eğmemiz gerekir. Az yoğundaki kırılmanın açıklaması ikinci bir billur parçasıyla da deney yapalım. Onun çapı CD çapına dik olsun. Bu durumda kırılma olmaz. Eğer onun üzerine eğimli koyarsak, borunun ağzı onun tümsek yüzeyine, yani R hedefesinin deliğine intibak ederse, bu durumda bu düzenekte kırılmanın, ortamın az yoğun olması dolayısıyla Normalin tersi yönde olduğunu gözlemleriz. Boru ve billur arasında kırılma meydana gelmez. Çünkü boru eksenini tümsek yüzeye (billur) diktir. Kırılma her hangi bir eğim üzere görüntü yüzeyinin merkezindeki kırılma noktasında olur. Geçen üç hususta deneyi tekrar edelim. Eğim de herhangi bir doğrultuda bulunsun. Eğer bu konumda B doğrultusundaki bir nokta görünmezse, onun dışındaki görünür. Görünen nokta eğimin farklılığına bağlı olarak

farklı görünür. Ortamın saydamlığının gerisinde doğrudan hiç bir şey görünmez. Ancak, eğer gelen ışın konisinin ekseni yüzeye dikse görünür. Bu durum böyledir.

Açıktır ki, ışıklar renklerin suretlerini de taşırlar. Ve karşılarında bulunan [üzerine düştüğü] nesnelere de aktarırlar. Bu durum doğrudan görmeyle algılanabilir. Eğer bu durumda o ışık parlak bir nesneyle karşılaşır, onun renginin suretini de karşısındaki nesneye özel bir şekilde taşıyarak yansıtmış olur. Eğer göz orada bulunuyorsa, o sureti algılar. Diyoruz ki, eğer bu durum hava veya başka bir saydamda sözkonusu olursa, nesneden kırılma mahalline uzayan sonra da kırılmayla, gözün bulunduğu ve görmenin meydana geldiği karşısındaki diğer bir yöne özel bir şekilde taşınan ışıkla birlikte rengin suretinin de ulaşmasıyla oluşan kırılma dolayısıyla görmenin meydana geleceği açıktır. Bu işlerin doğrusunu Allah bilir. Burada bitiriyorum.

Gözün anatomisi bölümünde algıyı sağlayan suretlerin izlenimlerinin rutubet el-celidiye'de ve rutubet el-beydiye'nin karniye tabakasında açığa çıktığı açıklanmıştı. Açıktır ki bu iki tabakanın saydamlığı havadan fazladır. Buna rağmen burada kırılma oluşmaz. Bunun yararı iki göz açısının bir hizaya gelmesini sağlayarak algıyı oluşturmaktır. Kafa hareket ettirilmeksizin sadece göz bebeğinin hareketiyle, bu kırılma sayesinde eşyanın olduğundan daha küçük görünmesini gerektirir. Eğer görüntünün tam olarak gerçekleşmesini gerektiren ortalama uzaklıktaki miktarları tetkik edersek ömrün başlangıcından bu yana eşyayı görmek için gözün çoklukla kullanılması

dolayısıyla ve bu miktarlar hakkında tecrübe sahibi olduğu göz önüne alındığında bunun böyle olduğu görülür. Kesin bir görmenin oluşması için idrak melekesinin uygun yönelim kuvvetiyle gerçeğe intibak etmesi gerekir. Bu meleke gözün uygun miktarda yönelimini gerektirir. Bu özellikte Tanrının yarattığı ve hediye ettiği bir şeydir.

2) Daha yoğun ortamın kırılma açıları daha küçük ise, bu kırılma hatları, kırılma açısı daha büyük olan kırılma hattından daha fazla Normale doğru kırılırlar. Açıklaması gelecektir.

3) Az yoğun ortamın kırılma açıları daha küçük ise, bu kırılma hatları, kırılma kesitine kırılma açısı ilkinden daha büyük olan kırılma hattından daha yakın olur. Bunun açıklaması da ileride gelecektir. İnşaallah.

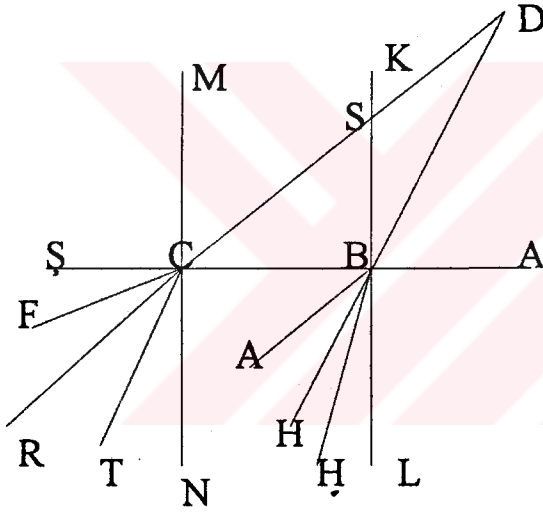
4) Tek bir gözle görünen bir noktanın kırılması tek bir noktada olur. Açıklaması ileride yapılacaktır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Dördüncü bölüm kırılma açılarının orantılarının açıklanması konusundadır.

Büyük bilgin ibn el-Heysem (Allah rahmet eylesin) ve optik kitabının beşinci makalesinde Batlamyus dedi ki:

Eğer, dik açı 90 derece olmak koşuluyla, gelme açısı, 40 derece



olursa, bakiye açısı yirmibeş olur.

Eğer gelme açısı 50 olursa,

bakiyesi 30 olur. Bundan şu açığa

çıkar: 40 derecelik kırılmanın

kırılma miktarı 15 derecedir. 50

derecelik kırılmanın kırılma

miktarı ise 20 derece olur. Eğer

50 derecelik kırılmanın 40

dereceye olan farkı, birinci gelme

açısının, ikinci gelme açısına olan farkının yarısı kadardır.³³⁷ Sonra

Batlamyus şöyle dedi: Bir kırılmanın 50 dereceden sonraki bir kırılmaya

olan farkı, o ikisinin geliş açılarının farkının yarısından daha büyük

olur.³³⁸

³³⁷ $50-40 = 10$; $20-15 = 5$; $10:2 = 5$

³³⁸ $30 \rightarrow 22.30$; $40.30-22.30 = 18$; $30:2 = 15$;

$60 \rightarrow 40.30$; $60-30 = 30$; $15 < 18$;

Billur bir kürede bunun açıklaması ise şöyledir:

Açıklanan bu orantı için ABC hattı düz yüzeyli bir ortamın kırılma kesiti, D ışıklı nesne, B ve C yoğun ortamdaki kırılma noktaları DBH ve DCR hatlarının BH ve CR kısımları mehur hatlar, BH ve CT hatları da yoğun ortamdaki kırılma hatlarıdır. B noktasına onun iki yönünde uzayacak şekilde, KBL dikmesini ve aynı şekilde C noktası üzerine de MCN dikmesini çıkaralım. DC ışını KB dikmesiyle S'de kesişsin. Diyoruz ki, DCM açısı DBK açısından daha büyüktür. Çünkü DC, KB'yi keser. DSK açısı yani DCM açısı DBK açısından daha büyüktür. RCT açısı da HBH açısından daha büyüktür. RCT açısının DCM açısına oranı HBH açısının DBK açısına oranından daha büyüktür. RCT açısının HBH açısına olan farkı, DCM açısının DBK açısına olan farkından daha küçüktür. DCM açısının RCT açısına yani TCN açısına olan farkı, DBK açısının HBH yani HBL açısına olan farkından daha büyük olur.

İki noktanın az yoğun ortamdaki kırılmalarına gelince: Birinci şekildeki kırılma hattı BA, ikincisindeki de CF olsun. AC'yi C yönünde S'ye kadar uzatalım. Diyoruz ki, FCR açısı ABH açısından daha küçüktür. FCR açısının DCA açısına oranı, ABH açısının DBA açısına oranından daha küçüktür. FCR açısının ABH açısından farkı DCA açısının DBA açısına olan farkından daha büyüktür. FCR açısının DCA açısından yani SCF açısından farkı ABH açısının DBA açısına yani CBA açısına olan farkından daha azdır. ABC ve FCS açıları Zaid açılarıdır. Bu deneylerden ve orantılardan elde edilen bu şeye **Kanun** adını verelim ve onu kısaltılmış bir ibare olarak düşünelim.

Gelişlerine nisbetle kırılma açılarının miktarlarının bilgisine gelince: Bu incelemeyi su ile yapmanın yöntemi şudur: Bu aletin çevresini mümkün olduğunca dakik kısımlara böldükten sonra muntika üzerine bunun dikmeleri konulduktan sonra, ve şeffaf bir şekilde yazıları yazıldıktan sonra eğer güneş ufuktan yükseldiği beş dereceye ulaştığı gözlemlendiğinde, daha önce sözkonusu edilen koşullar çerçevesinde suya batırılmış olan aleti su yüzeyindeki beş derece doğrultusuna intibak edecek şekilde döndürürsek, iki hedefenin deliklerinden ışık sözkonusu şahsın tepesinin konumunun bulunduğu hedefenin deliğinin merkezine, muntikanın orta kısmındaki bir dereceye yani kırılma yayının derecelerinden birisine nüfuz eder; sonra da aynı işlemi güneş beşer beşer derece zenite yükselinceye kadar yapalım. Güneşin zeniten geçtiği andaki çapı şahsın tepesi doğrultusunda olsa bile, yükselme yayının diğer derecelerinde bu durum gerçekleşmez. Bir cetvel yapalım; ve geliş açılarının uzunluğu sayısında yani bu gözlemin gerektirdiği ölçüde beşer, üçer ve birer derecelerde ve kırılma açısı yayının miktarı yönünde bunu kanıtlayalım. Bu amacın gerçekleşmesi daha önce geçen az yoğun ve çok yoğun ortamda ki billurla yapılacak deneyle mümkün olur.

Yoğun bir ortamda küreyle yapılan deney ve yöntemi: Çapı levhanın yarı çapı kadar olan bir billur küre alalım. Ve onu düz bir yüzeyle, sinüsü deliğın yarıçapına eşit yaylı bir yarı küreden daha büyük bir kesit olarak keselim; ve yüzeyine, çapı yüzeyin çapı kadar olan bir daire çizelim. Öyle ki bu kesilmiş yüzey levhanın yüzeyine çap görünecek şekilde yapıştırılırsa ve bizim istediğimiz herhangi bir

doğrultu üzerine, levhanın merkezine yakın olan tarafının gerektiği yakınlıkta ve ona paralel olan küre çapı görüntü yüzeyinin merkezine çıkması koşuluyla, oturtulmasına imkan verilirse, bununla yazıldığı üzere deney yapmak mümkün olur. Sonra, çapı bu doğrultuya oturtalım. Ve bu parçayı her iki tarafından mumla sabitleştirelim; ve belirtilen koşullar altında güneş ışığıyla deneyi yapalım. Sonra da ışığı muntıkayla benzer olan levha kesitine, muntikanın ortasındaki hatta benzeyen ve ucuda ışığın düştüğü levhanın yüzeyine bitişik olan, dik bir hatla nüfûz edebileceği bir alana gönderelim; ve bu düzeneği küre çevresine bitişik olan levhanın yüzeyi üzerinde, kesit üzerindeki nesnenin tepesinin gölgesi herhangi bir şekilde ışığın merkezini kesinceye kadar hareket ettirelim. Burası doğrultu üzerindeki levhadaki dikmenin bulunduğu yer olur. Çevredeki bu sayı da kırılma yayıdır. Açık olduğu üzere, bu durum yayın tümünde mümkün olmaz.

BEŞİNCİ BÖLÜM

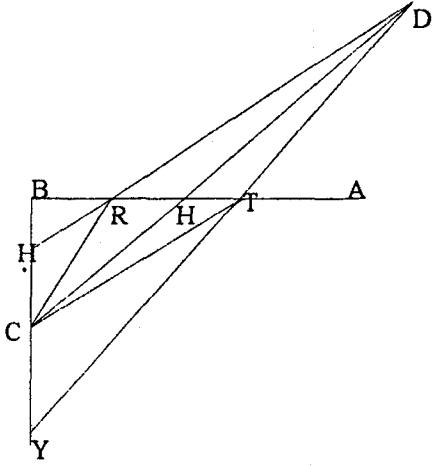
Beşinci bölüm görüntü ve görüntü konumlarının açıklanması hakkındadır.

Görüntü saydam bir nesnenin ortasında bulunan gözün duyarlılığıyla algılanan nesnenin suretidir. Böyle bir durumda göz ve nesne arasını bağlayan hat ortamın yüzeyine dik değildir. Burada altı problem vardır.

1) Meri bir nesnenin suretinin sureti kırılmayla aynısı olarak görünmez. Görünen onun hayalidir. Bakan kimse nesneyi doğrudan algıladığını zanneder; o nesnenin konumunun dışında algılanmasına yol açan kırılmayı ise farketmez.

Bunun deneyi: kenarları dik olan bir kabın içerisine ağır bir nesne koyalım; ve nesne bu kabın kenarlarından birisinden gözle görülemiyinceye kadar kaptan uzaklaşalım. Sonra kabı saf suyla dolduralım. Bu durumda herhangi bir dalgalanmanın olmadığı, durgun suda daha önce görünmeyen nesneyi görürüz. Öyle ki suret görüntü konumuna yükselmiş gibi görünür. Görüntü noktası, görünen noktaya bitişik olan kesit üzerinde bulunan dikmedeki mehcür hattın konumudur.

2) Kırılmanın olanaklı olmadığı konumların açıklanması hakkındadır.



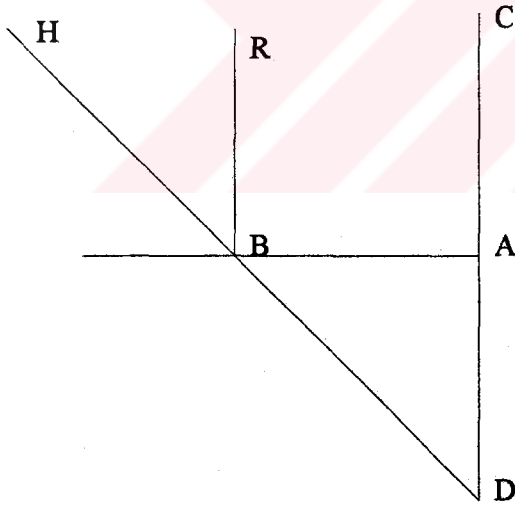
AB hattı bir kırılma kesiti olsun ve bunun üzerine B noktasından ortamın kalınlığı boyunca bir dikme çıkalım. Ortam yoğun olsun; C noktası bu artamdaki görünen nokta ve D'de dikme doğrultusunun dışında bulunan göz olsun. CD'yi kesiti H'de kesecek şekilde birleştirelim. Diyoruz ki, göz, dikme üzerinde ya da C'yi doğrudan algılayacağı bir doğrultuda

ancak, A yönüne eğimliyse, bu durumda kırılma noktası HB arasında olur. Bu noktanın R olduğunu varsayalım. Bu noktanın H noktası olması mümkün değildir. Aynı şekilde kanun gereği B noktasında ve B'nin ötesinde de olamaz. İlk olarak D ve R'yi birleştirelim; ve C'nin görüntü noktası olan, H'de kesinceye kadar uzatalım. R ve C'yi de birleştirelim. Bu da kırılma hattıdır.

Sonra ortam az yoğun olsun: Diyoruz ki, göz merkezi C noktasının doğrudan görüldüğü dikme doğrultusunda bulunsun. Ve yukardaki surette olduğu gibi eğimli olsun. Bu durumda kırılma noktasının yeri HB arasında olmaz. Kanun gereği H'de de değil, ancak AH arasındaki T'de olur. D ve T'yi birleştirelim. Ve onu dikmeyi C'nin görüntüsü olan Y noktasında kesecek şekilde uzatalım. T ve C'yi de birleştirelim. Bu da kırılma hattıdır. Bu da bizim istediğimizdir.

3) Bu teoremde sabit olduğu üzere, yoğun ortamdaki görünen nesne; yüzey ve kendisi arasını birleştiren dikmeye olan uzaklığından,

yüzeğe daha yakın görünür. Az yoğun ortamdaki görünen nesne ise bu dikmeye olan bu uzaklıktan üzerinde bulunduğu yüzeyin altında görünür. Bundan dolayı, eğer düz bir silindir parçasını saf suyun içerisinde yarısına kadar sokarsak, bu durumda onun eksenini görüntü yüzeyinde ve görünen tarafında gözlemci tarafında olur. Göz merkezi ise suya giren kısmın noktalarından birisine bitişik olan su yüzeyine dik olan dikme üzerinde değildir. Bu durumda silindir parçası suyun yüzeyinden iki parçaya kırılmış gibi görünür. Bu parçalardan her biri düzdür ve su yüzeyinde kırılma açısı oluştururlar. Sudaki parça yükselmiş gibi görünür. Aynı şekilde eğer onun eksenini görüntü yüzeyinde değilde, suyun yüzeyinde ise, görünen parça gözlemcinin bulunduğu yönün tersinde olur ve doğrusal olarak algılanır. Kırılma farkedilmez. Bunun yoğun ortamdaki açıklaması ileride gelecektir.

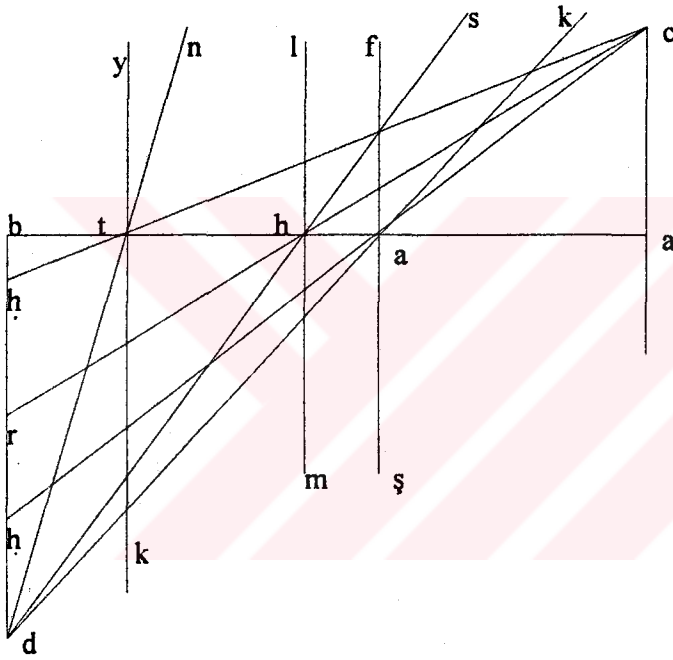


4) Bir ortamda bulunan tek bir nokta, doğrudan değil, kırılmayla görülür ve bunun tek bir gözlemci için iki tane görüntüsü olmaz. Bunun açıklaması için AB kırılma kesiti, C göz merkezi olsun. C'den AB'ye bir dik çıkalım; ve onu

A'dan öteye doğru uzatalım. D noktasında dikme üzerindeki görünen nokta olsun. Diyoruz ki, C gözü CA doğrultusundaki bir şeyi doğrudan algılayacağından ve onun konumunun kırılma dışında olacağından şüphe

yoktur. Bu konumun dışında algılanması mümkün olmaz. Ancak B konumunda algılanması ise mümkündür. DB'yi birleştirip H'ye kadar uzatalım. Sonra, H yönünde AB üzerine B noktasından BR dikini çikalım. D sureti, eğer yoğun ortamdaki kırılma kesitindeki B'ye kadar DB eğik hattıyla uzarsa, az yoğun ortamda Normalin tersi yönde kırılmaya uğrar; ve hiçbir zaman C ile birleşmesi mümkün olmaz.

Eğer az yoğununda uzuyorsa çok yoğun ortama girdiğinde kırılma



Normal yönünde olur. Bunun kırılma hattı hiçbir zaman dikme konumuna yükselmez. Aksine eğimli olur. Hiçbir zaman AC hattıyla C yönünde biteceği düşünülemez. C'nin dışında bir yerle birleşir. Bu da bizim ortaya koyduğumuz bir

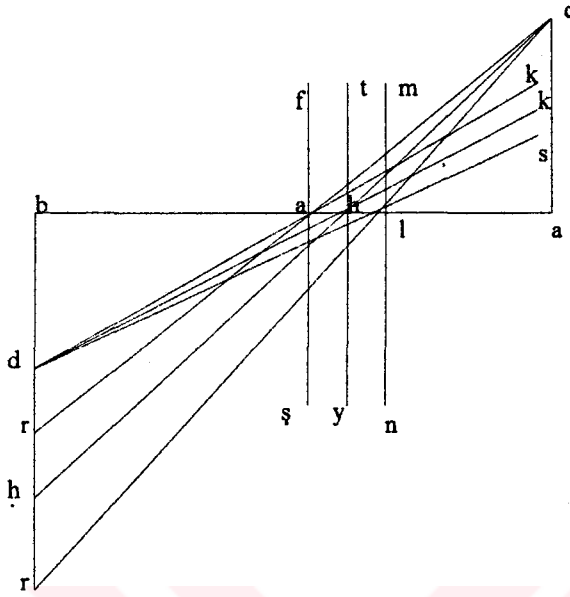
şeydir.

Eğer görünen nokta bu dikme üzerinde değilse, göz onu doğrudan değil, aksine kırılmayla algılar. Ve onun tek bir görüntüsü olur. Bu durumun yoğun ortamdaki açıklaması için AB kırılma kesiti C göz merkezi, D'de görünen nokta olsun. Göz bu noktayı doğrudan algılayamaz. Çünkü CD arasını birleştiren hat AB'ye dik değildir. Onu H

kırılma noktasında algılar. AB'ye D noktasından DB dikini çikalım. Sonra, H ve C'yi birleştirelim; ve onu H'ye kadar uzatalım. O, DB dikmesini R'de yani görüntü noktasında keser. Diyoruz ki, görüntü ancak DB dikmesinde olur. Çünkü o konum gereği görüntü yüzeyindedir. Ve ancak R noktasında olur. Eğer BR arasındaki H'de olursa, H ve C'yi birleştirelim ve o HB'yi T'de kessin. Ondan YTK dikini her iki yönden uzatalım. Aynı şekilde H' de de LHM dikini çikalım. Sonra, DT'yi birleştirelim ve onu T yönünde N'ye kadar uzatalım. Sonra, DH'yi birleştirip S'ye kadar uzatalım.

Bu durumda, HDB açısı TDB açısından daha büyük olur. Geliş açısı olan SHL, NTY geliş açısından daha büyük olur. SHC kırılma açısı NTC kırılma açısından daha büyük olur. CHD açısı CTD açısından daha küçüktür. Bu yer eğer RD arasında olursa, aynı şekilde CH'yi birleştirirsek o AH'yi A'da keser. O noktadan AH'ye FAS dikini çikalım. DA'yı birleştirelim; ve onu 'A yönünde F'ye kadar uzatalım. Bu durumda 'ADB açısı HDB açısından daha büyük olur. Onun geliş açısı olan FAK SHL geliş açısından daha büyüktür. KAC kırılma açısı SHC kırılma açısından daha büyüktür. CAD açısı CHD yani görüntü açısından daha küçüktür. Bu durumda D noktasının görüntüsü tek olur. O da R'dir. Bu da bizim belirttiğimizdir.

Bu durumun az yoğundaki açıklaması için AB kırılma kesiti, C göz



merkezi, D görünen nokta H'de onun kırılma noktası olsun. Sonra D noktasından AB üzerine iki tarafından RDB dikini çikalım. Sonra CH'yi birleştirip BR'yi H'de, yani görüntü noktasında kesinceye kadar uzatalım. Sonra da AB'yi de H'de kesinceye kadar uzatalım.

THY'yi de iki yönden

uzatalım. DH'yi birleştirelim. Ve K'ya kadar uzatalım. Diyoruz ki, görüntü, yüzeydeki dikme üzerinde ve ancak H'de olur. R noktası da dikme üzerinde olur. Eğer H D'nin tersi yöndeysel. CR'yi AH'yi L'de kesecek şekilde birleştirelim, ve MLN dikini çikalım. DL'yi birleştirip S'ye kadar uzatalım. Diyoruz ki, BLD yani SLA açısı BHD yani KHA açısından daha küçüktür. Kanun gereği onun geliş açısı olan CLA açısı CHA açısından daha küçüktür. CLM yani CRB açısı CHT yani CHB yani görüntü mahali açısından daha büyüktür. Bundan dolayı varsayılan görüntü noktasının DB arasında olduğu düşünülmez. Çünkü, bu surette kırılma görünen nesneyi kırılma hattı uzantısına birleştiren hattın yokluğunu ya da az yoğun olduğu düşünülen saydamın daha yoğun olmasını gerektirir. Görüntünün DH arasında olması durumuna gelince

CR'yi birleştirip HB'yi A'da kesinceye kadar uzatalım. Onun üzerine de FAS dikini çıkalım. D'A'yı birleştirip F'ye kadar uzatalım. Diyoruz ki, BHD yani KHA açısı BAD yani KA'A açısından daha küktür. Kanun gereği, CHA geliş açısı CA'A geliş açısından daha küktür. CHT açısı yani CHB açısı CAF açısından yani CRB açısından daha büyüktür. Burası da D noktasının H'nin dışında görüntüsünün olamayacağı yerdir. Bu da bizim keşfimizdir.

5) Bir dikme üzerindeki iki görünen noktanın, ortam ister az yoğun isterse çok yoğun olsun, kırılmayla tek bir görüntüsü olmaz. Her iki durumda da görünen bir noktanın iki göz için görüntüsü, birinci ortam için H ve ikinci ortam için R olur. Burada varsayılan değişimin açıklanması olanaksız olan bu anlatımla benzerdir.

6) Doğrusal bir hattın görüntüsü doğrusal olur. Birbiriyle kesişen iki hat bir aı oluştururlar.

7) Düz bir hattın görüntüsü de düz bir hattır. Birleşen iki hat bir aı oluştururlar. Bu hatlar üç tane de olabilir. Çünkü ondaki öyle bir noktaya arız olabilir ki, kendisi olarak görünür; ve görüntüsü olmayabilir. Aynı şekilde iki noktaya da arız olabilir; ve çokluğundan dolayı bu durum meydana gelmesi mümkün olmaz ve görüntünün yok olmasını gerektirir. Kırılma kesitine teğet olan bir noktanın ya da bu nokta üzerinde bulunan hattın kırılma kesitine dik olan dikmenin görüntüsü olmaz. Geriye üç hattan oluşan ve kavisli olan görüntü hattı kalır. Anlatımın sıklığından

dolayı oluşacak atalet korkusu nedeniyle bu kusurların anlatımı daha sonra gelecektir.

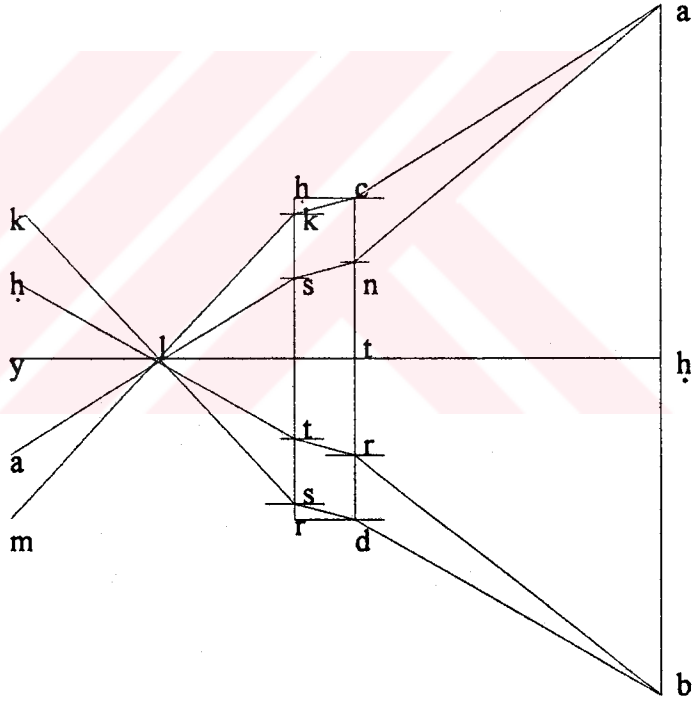


KIRILMAYLA OLUŞAN GÖRME KUSURLARIYLA İLGİLİ KISMIN SONUCU

Göze gelen ışın düzleminde bulunmayan bazı nesnelere ancak, varlığı görme kusurlarına yol açan diğer bir neden olan saydam ortam aracılığıyla algılanırlar. Yansımayla oluşan görüntülerde geçtiği üzere 11 hastalık söz konusudur. Ve bu saydamlığın niteliğinin, yüzey biçiminin ve konumunun selahiyetinden söz etmek gereklidir. Öyle ki bunlar gerçekte bir şeyin ne olduğunun yani manasının bir ortam aracılığıyla algılanmasının nasıl olduğunun bilinmesini gerektirir. Diyoruz ki, ortamda bulunan ışıklar eğer ortama nüfuz ederlerse ortamın yoğunluğundaki kırılma dolayısıyla, ışığın kuvvetinin artmasını gerektiren özel bir konumda toplanmış olurlar. Bu özellik, görme gücü zayıf kimselerin ışığı toplamaları sonucu ortaya çıkan kuvvetlenmeden dolayı nesnelere daha net görmelerini sağlayan billurdan yapılmış merceklerdeki özellik gibidir. Bunlar çok küçük olan nesnelere de büyütürler. Öyle ki nesne ve göz arasındaki uzaklığı kısaltırlar. Saydamlığın azalması, çoğalması, kütesinin kalınlığı ve şekli bir düzene bağlıdır. Çünkü nesnelere manasında bir değişim oluşturur. Hatta bu değişim dik olan bir nesnenin kırılmayla baş aşağı görünmesine kadar gider. Bu da şaşırtıcı bir şeydir. Bunun açıklaması yeri geldiğinde

yapılacaktır. Böylece manada bir belirsizlik olacağından, nesnenin tümü ya da kısımları kusurlu görünecektir. Böylece istenilen açık hale gelmiş olur. Öncelikle yüzeyi düzgün olan ortam üzerinde duralım. Billurun yüzeyide son derece düzgün olsun. Öyle ki küreselliği duyuya algılanmasın; tıpkı bir su yüzeyi gibi. Diyoruz ki, az yoğun ortam havanın saydamlığına yakın olsun. Bu durumda yokmuş gibi zannedilir. Eğer kalınlığı da az ise ötesindeki görünmesini sağlayan koni ekseni yüzeye dik ise kırılma oluşmaz ve açı da son derece küçük olur. Nesnelere görünmezler. Bundan dolayı da yokmuş zannedilirler.

Işık makalesi, bir ortamın arkasında gelen ışıkların algılanmasında bir hata meydana gelir. Işıklar zayıflamış ya da kuvvetlenmiş görünürler. Buradaki zayıflama zati, kuvvetlenme ise ışığın zayıflaması gibi, rengin zayıflaması da zati ve algılanmasında hata oluşur.



Uzaklık makalesi, burada da hata oluşur. Çünkü uzaklık ışık ve rengi zayıflatır. Ortamın az ya da çok yoğun olması dışında uzaklık da

diğer bir etmendir. Çünkü ortamın yüzeyine eğimli düz bir hattın eğer göz ve nesne arasını birleştirdiği varsayılırsa, o ortamın arkasında görüntü meydana gelmez. Görüntü ancak nesneden kırılma noktasına ve sonra da göze uzayan hat üzerinde oluşur. Bu ikisi üçgenin iki kenarı, ve geliş hattının bir kesiti olan sapan hat (mehcur) da üçüncü kenarıdır. Bu iki hat kırılma hattından daha uzundurlar.

Yoğunluğun çok artması ya da çok azalması durumlarına gelince, her ikisi de ışığın kırılmasından oluşan açının eğiminin [bükülmesinin, sapmasının] artmasını gerektirirler. Sapan hat daha kısa olur. Çünkü en büyük kenar en büyük açının kirişidir. Geriye kalan iki kenar ondan değişik miktarlarda daha uzundurlar.

Konum makalesi, düz olanın eğimli görünmesi olanaklıdır. Ortamın yüzeyine paralel olan bir nesne üzerinde bunu açıklayalım. Diyoruz ki, göz merkezi ya görünen nesnenin yüzeyindeki dikmelerden birisinin üzerinde bulunur ya da değil. Öncelikle üzerinde bulunduğu durumu düşünelim. Bu durumda dikmenin konumu ve yeri olduğu gibi görünür. İkinci durumda ise görüntüsü kırılmayla görülür. Çok yoğundaki görüntü konumları, gözün algıladığı görünen noktadan kırılma kesitine daha yakındır. Geriye kalan noktalar ise tedrici olarak onlardan daha yakın olurlar. Az yoğunda da durum aynıdır. Çünkü, Normalin kendisi ve konumu göz ile görülür. Geriye kalan noktaların ise görüntüleri görülür. Bu görüntüler tedrici olarak gözün algıladığı nesneden kesite daha uzaktırlar. Paralel olanın görüntüsü eğimli olur. Bu bakış açısıyla, eğimli olanın görüntüsünün de düz olacağı varsayılır. Eğim bazen az bazen

çoktur. Düz olan da ters görünür. Bunun gibi eğer her iki yüzeyi de paralel olan bir billur parçası alırsak ve onu göze yakın tutup ötesinde bulunan bir sütüna bakarsak, bu durumda onu olduğu gibi algılarız. Eğer belirli bir uzaklıkta bir hizaya getirilirse dik olarak, ötesinde ise ters dönmüş görünür.

Bunun açıklanabilmesi için AB göz önüne dik olarak konulmuş görünen bir sütün, CD billurun nesne yönündeki kırılma kesiti, ve RH hattı da göz yönündeki yüzey kesiti, ABCD yüzeyi de, HT koni ekseni boyunca billurun yüzeyine gelen hattın oluşturduğu ışın konisinin kesiti olsun. CT'yi T yönünde ortamdaki Y'ye kadar uzatalım. CH'de her iki kesite olan dik olsun. Aynı şekilde DR'de dik olsun. Diyoruz ki, A'dan CD kesitindeki C'ye gelen ışın, ortamın daha yoğun olması dolayısıyla, CH dikmesi yönüne kırılır, ve HR kesitini K'da keser. Bu noktadan, onun her iki yönüne doğru, kesit üzerinde, bu ışının yönünü gözleyebilmek için, bir kırılma dikmesi çikalım. Bundan sonra o ışın bu kez, ortamın daha az yoğun olması dolayısıyla, Normalin tersi yöne kırılır ve belirli bir doğrultu boyunca uzayarak, HTY eksenini L'de keser, ve oradan da M'ye ulaşır. Sonra kesite N noktasından gelen diğer bir ışın düşünelim ve onun Normalini çizelim. Diyoruz ki, bu durumda o ışın ortamın yoğun olması dolayısıyla, HR kesitindeki S noktasına kırılır. Oradan da S noktasındaki Normalin tersi yöne saparak L'ye ulaşır ve oradan da 'A'ya geçer. Benzer şekilde BD ışını da daha yoğun ortamda Normale doğru kırılarak S'ye gelir. Sonrada Normalden öteye doğru saparak L'ye ulaşır. Oradan da K'ya geçer. B'den geçen diğer bir ışın için

de aynı şey geçerlidir. O da R'ye gelir, Normala doğru bükülerek T'ye ulaşır. Oradan da Normalden öteye saparak L'ye gelir ve H'ye geçer. AB hatındaki bütün ışınlar, yani nesnenin suretiyle gelen ikincil ışınların tümü için bu kurallar geçerlidir. Suretle L'ye gelen ışın konisi müstevi olur; eğer göz L ve kesit arasındaysa, bu durumda sütun önceden olduğu gibi dik görünür. Sonra eğer koni L'den uzaklaştırılırsa, değişim ortaya çıkar. Çünkü L'ye alttan ulaşan ışınlar üstte; üstte ulaşan ışınlar da alttan geçerler. Eğer göz L'nin gerisindeyse, AB hattı ters görünür. Benzer şekilde sağ solda, sol da sağda görünür. Eğer göz toplanma noktası olan L'de bulunuyor ise, suret karışır ve ışıktan başka bir şey algılanmaz, tıpkı küresel bir aynanın bir noktaya ışığı toplamasında olduğu gibi. Böyle bir durumda bu billurla da Güneş ışınlarının toplanabilmesinden dolayı yanma meydana getirilebilir. Bu bilinmektedir. Işınlar da küresel olarak yayıldığından bu durumda görünen nesnedeki H noktasının dış çizgileri küresel yayılımla birbirlerine yakınlaşırlar. Billurdaki kırılmadan dolayı birbirlerinden ayrıldıktan sonra birleşmezler. Bu doğrudur; ve burada ışınlar toplanmazlar. Kanıtlanmış olduğu gibi, ışık kaynağı her bir noktasından karşısındaki bütün yönlere doğru küresel ışın çizgileri yayar. Bu yayılım farklı kısımlara ayrılır ve toplanma olmaz. Toplanma durumunda ise kırılma açığa çıkmaz. Ancak bu dağınık ışınları kırılmayla bir araya toplamak olanaklıdır. Paralel³³⁹ giden ışınların toplanması durumunda kırılma meydana gelir. Birbirine yakınlaşan ışınlar ise kırılmayla bir araya toplanırlar. Bunların dışındakiler ise

³³⁹ Bu konuyu Takiyüddin Birinci Kitab'ın, II. bölümünde (çeviri metin 327-328 sayfa arası) açıklamıştı. Bu anlamada paralel giden ışınlar...

kırılmayla algılanırlar. Çünkü bu durumda oluşan toplanmadan dolayı ışınlar daha kuvvetli ve daha parlak olurlar. Birbirinden ayrılan ışınlar ise algılanmazlar ve onların varlığı bize zarar vermez. Görmeye zarar veren ışınlar ise bunların dışındakilerdir.

Diyoruz ki LK, LH, LY, LA ve LM ışınları ayrılan ışınlar olsun. Gözdeki koninin tepesi de nasıl olursa olsun. Bu durumda diyorum ki, bu ışın çizgilerinin tümü görünen ışının niteliğiyle nitelenmiş ışıklı KLM yüzeyine dağılırlar. Bu durumda koninin tepesi gözde, tabanı da LY arasında, L'ye yakın bir yerde bulunur. Kanıtlanmış olduğu üzere bu nokta asla geometrik bir nokta değildir ve koninin tabanını oluşturan küçük bir yüzeydir. Bu açıklamalar için Birinci Kitab³⁴⁰'a başvurulsun. Çukur aynadaki durum göz önüne alındığında bunun nedeni açığa çıkar. Doğrusunu Allah bilir.

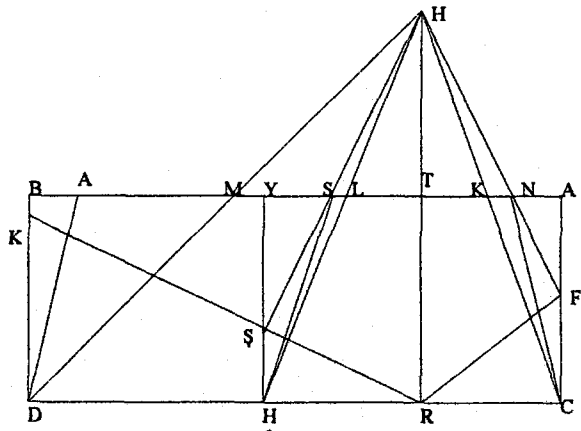
Kütle, şekil ve büyüklük makaleleri; Kütle miktarın büyüklüğüne bağlıdır. Büyüklük üzerinde bunu açıklayabiliriz. Şekil konusunda ise diyoruz ki, köşeli boş bir mekan yuvarlak olarak görünebilir. Belirli bir uzaklıkta şeklen böyle görünmesi olanaklıdır. Aynı şekilde bir küre de düz bir yüzey olarak görünebilir. Bunun sebebi uzaklığın artması ve konumun özel olmasıdır. Hatta eğimli olarak da görünebilir. Bir halka ise düz bir sütun gibi görünebilir. Bunun nedeni de daha önce kırılmada kanıtlandığı gibi, görüntü yüzeyinde kesitlerin bulunmasıdır.

Konuya geri dönelim.

³⁴⁰ Bkz. dipnot 17.

Diyoruz ki, daha yoğun bir ortamda bulunan dik bir hat, kırılmayla doğrudan gelişle görüldüğünden daha büyük görünür. Düz olan diğer bir hat ise daha kısa. Bununla ilgili açıklama girişte geçmişti. Kalınlığı daha fazla olan bir ortamda bulunan ve kırılma yüzeyine paralel olan her hat, üzerinde noktaların bulunduğu varsayılan tek bir görüntü yüzeyindeki noktalara dik olan dikmeler kırılma kesitine de dik olurlar. Bunlardan göz merkezinden geçen dikme, ki bu görüntü dikmesidir, görünür hattaki bu dikme üzerinde bulunan bir nokta gözle ve bulunduğu konumda görülür. Bunun görüntüsü olmaz. Görüntü dikmesi olarak açıklanan dikme üzerindeki her bir nokta ise gözle görülmez, aksine onların görüntüleri olur. Bu görüntü konumu, kırılma kesitine dik olan bu noktadan görünen hattın yükselmesidir. Görüntü dikmesine bundan daha uzaktaki hatta da aynı durum sözkonusudur. Ancak bundan çok daha yakın olan bir dikme üzerindeki bir görüntü noktası, görüntü dikmesine bu dikmeden en uzakta bulunan dikme üzerindeki bir noktadan kırılma kesiti üzerindeki dikmenin konumundan daha uzakta olur.

Bütün bunlardan sonra diyoruz ki, görüntü dikmesi ya görünür hat yönüne diktir ya onun üstünde ya da bunun dışındadır. Bu konumlarda kırılmayla görünenlerin gelişle görünenlerden daha büyük olacağını ve uzakta olanların da



yakın görüneceğini söylüyoruz.

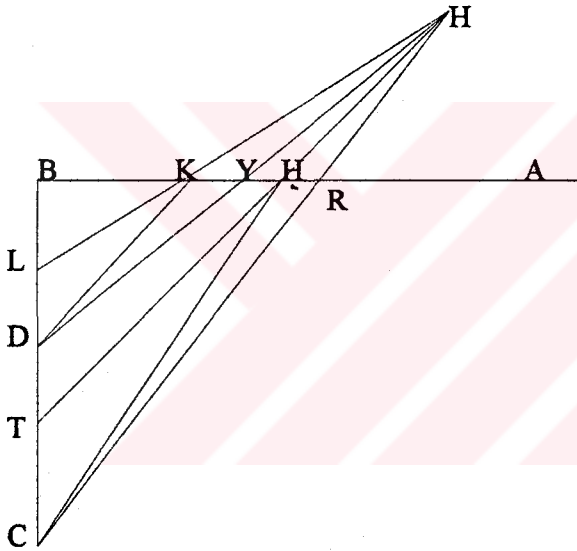
Bu farklılıkların bütünüyle açıklanabilmesi ve buradaki bütün şekillerde hükmün geçerli olduğunu gösterebilmek için, AB hattı, görünen CD hattının kırılma kesiti, H göz merkezi, R ve H noktaları görünen varsayımsal iki nokta olsun. Görünen hat üzerine dört noktadan CA, RT, HY ve DB diklerini çikalım; ve RT'yi H'ye uzatalım. HC, HH ve HD sapan hatlarını birleştirelim. Bu hatlar, kesiti K, L ve M noktalarında kesen, C, H ve D noktalarından bir tanesi için görüntünün gerçekleşmediği hatlardır. Diyoruz ki, eğer C kırılma noktası A ve K arasında, örneğin N'de ise, KT arasında değil, ancak daha yoğun ortamda düşünülenin aksine, Normalin tersi yönde kırılmayla görülür; ve A noktasında ya da onun ötesinde de olmaz. Çünkü kırılma hattı onunla birleşmez. Aynı şekilde H kırılma noktası LY arasında, örneğin S'de ve D kırılma noktası da MB arasında 'A'da olur. H ve N'yi birleştirip AC dikmesini [Normal] F'de kesecek şekilde uzatalım. Aynı şeyi HS için de yapalım. O da YH Normalini S'de kessin. Benzer şekilde H'A da BD Normalini K'da keser. C'nin görüntüsü F'dir. H'nin görüntüsü S ve D'nin görüntüsü K'dır. R noktasının görüntüsü yoktur. SH hattı KD hattından daha kısadır. Bu da iddiaya en yakın olandır. Benzer şekilde en uzak olan yakında görünür. Aynı şey uzaklık makalesinde geçmişti. CH hattının kırılma çapı NS hattıdır. Onun görüntü çapı ise FR ve RS hatlarıdır. FŞ arasını bağlayan doğrusal tek bir hat değil. Çünkü o bozuk bir görüntüdür. R noktasının da görüntüsü olmaz; ve bunlar gözle görülmezler. RH'nin görüntü hattı RS'dir. HD'nin görüntü hattı da SK'dır.

Diyoruz ki, kısacası CD hattı FHK kırılma açısıyla az yoğun ortamda CHD geliş açısıyla görüldüğünden daha büyük görünür. Ayrıntılı olarak söylemek gerekirse, CR hattı FHR kırılma açısıyla, CHR geliş açısıyla görüldüğünden daha büyük görünür. RH hattı için de aynı şey geçerlidir. HD hattının görüntüsünün kısılmasını sağlayan kırılmadan dolayı, SSH kırılma açısı kırılmayla görünen KHS açısının gelişle görünen DHH açısından daha büyük olmasını gerektiren KAD kırılma açısından daha küçüktür. Aynı şekilde SK görüntü çapı HD'nin konumuna eğimli olur ve bu ikisi YH ve BD arasında bulunurlar. SK, HD'den daha uzundur. SK'nın kirişi olduğu açı da HD'nin kirişi olduğu açıdan daha büyüktür. Bu nedenle, büyük kirişli üçgenin iki kenarı küçük kirişli üçgenin iki kenarından daha kısadır; ve üçgenlerden kirişi daha kısa olanın konumu daha uzun olanın konumundan daha eğimlidir. Bu durumda HD hattı KHS üçgeninden kırılmayla DHH üçgeninden kırılmayla görüldüğünden çok daha büyük görünür. Bu da bizim elde ettiğimizdir.

elince, dikmedeki görüntünün konumu kesite nesnenin kendisinden daha yakındır. Bundan dolayı kırılmayla daha net görünmesi gerektiği söylenebilir. Diyoruz ki en yakın olanı onun görüntüsüdür, zati değildir. Kırılma durumunda zayıflamanın olduğu kanıtlanmıştı. Bu durumda kırılma açısının büyümesi bir miktar daha artar. Öyle ki, AL dışındaki suretlerde olduğu gibi aynı şey sözkonusu olur.

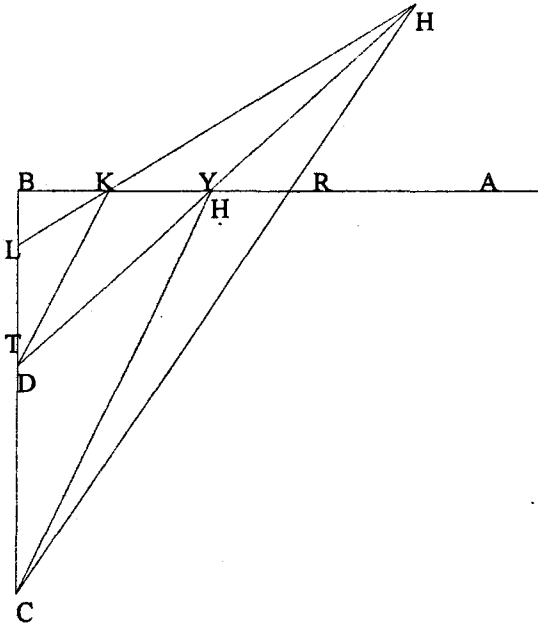
dikmesi üzerinde bulunması dolayısıyla, dikmenin eğiminden mütereddiddir. Bu açıktır. CB hattı BHS kırılma açısıyla, BHH geliş açısından daha küçük görünür.

Sonra D noktasının B üzerine sabit ve H'nin de kesitten DB noktalarının birleştiği AB doğrusuna dik olan, HD'ye doğru uzaklaşarak hareket ettiğini varsayalım. Bu durumda dikme kırılmayla doğrudan olduğundan daha küçük görünür.

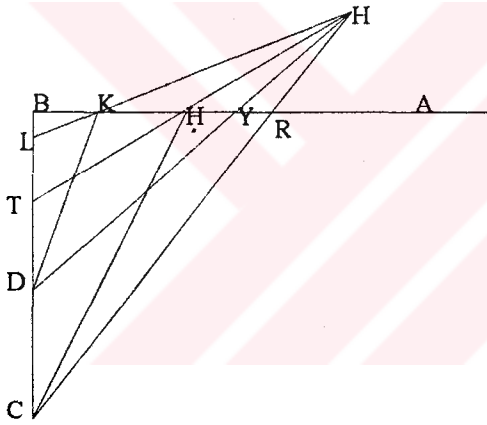


Bunun açıklanabilmesi için AB kırılma kesiti, CB Normal, H göz merkezi olsun. H ve C'yi birleştirelim. Bu doğru kesiti R'de keser. Kanıtlanmış olduğu üzere, kırılma noktası B ve R arasında bulunur. Bu nokta H olsun. HH'yi birleştirelim ve onu görünür dikmeye

uzatalım. Bu dikmeyi D'de keser ki bu da C'nin görüntüsüdür. H ve B'yi birleştirelim.



Diyoruz ki, CB'nin kırılmayla oluşan görünüm açısı BHD, gelişle oluşan görünüm açısından BHC -iddia edilen buydu- daha küçük görünür. Dikme kesitle birleşmiyorsa, diyoruz ki eğer o kırılmayla, gelişle görüldüğünden daha büyük görünüyorsa, o onunla birleşir.

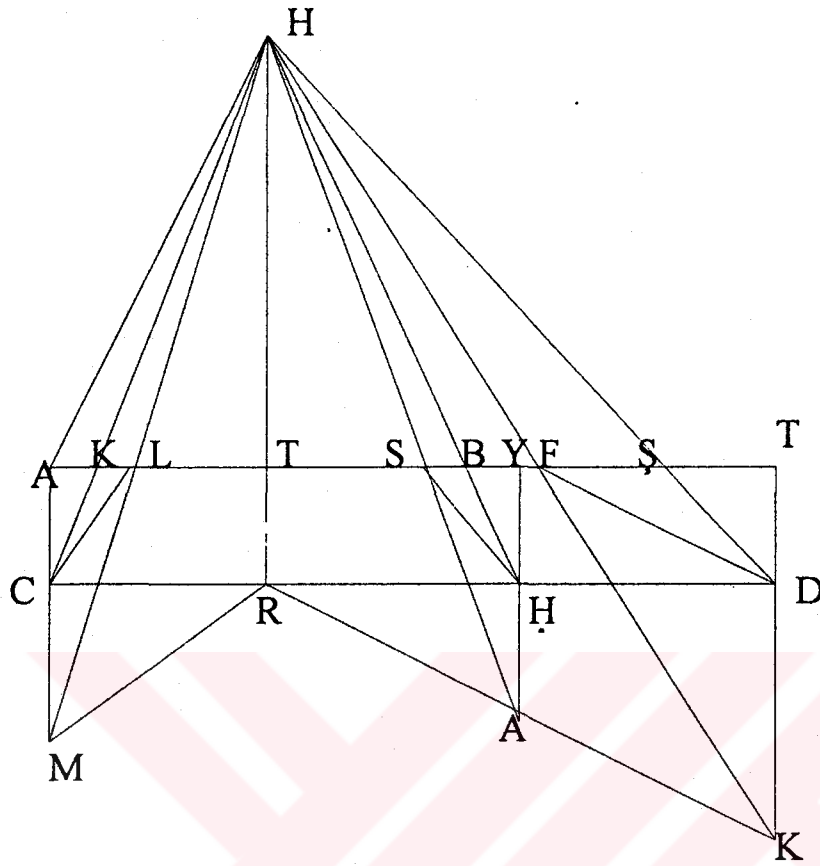


Şekle geri dönelim. CD görünür dikme, T'de C'nin görüntüsü olsun. Bu noktanın D üzerinde bulunması olanaklıdır, şekilde görüldüğü üzere, bunlardan her biri, uzunlukları ve kısalıkları kırılmanın büyüklüğü oranına bağlı olarak, C ve D arasında bulunabilir. İki

uçtaki iki noktanın daha uzak olanının kırılmasının çok daha fazla olması dolayısıyla, bu ikisi birbirlerine yakınlaşırlar ve küçülme sözkonusu olur. Bu örnekte HD sapan hatla birleşmiştir. Bu hat kesiti Y'de keser. D noktasının kırılma noktası K'dır. HK'yi birleştirip D görüntüsüne kadar uzatalım ve K ile D'yi de birleştirelim. Diyoruz ki, eksilmeyi gerektiren THC kırılma açısının büyüme gerektiren LKD kırılma açısından daha

küçük olduğu açıktır. LHT açısı yani CD'nin kırılmayla oluşan görünüm açısı gelişle oluşan görünüm açısından DHC'den daha büyüktür. D noktasının görüntü konumu D ve T noktalarının birleştiği yerdir. H ve Y noktalarının birleşmesi de olanaklıdır; ve bu ikisi birbirinden farklıdır. BD arasındaki görüntü noktasının konumu, YB arasındaki R ve Y noktalarından tek bir yöndeki H ve K kırılma noktalarında bulunur. D ve B arasındaki tek bir yönde bulunan T ve L görüntü noktalarında da durum aynıdır. Kanıtlamayı tamamlayan açıklamalarda geçmiş olduğu üzere, kesite teğet olan dikmenin görüntüsü kısımlarındaki tereddütten dolayı özeldir. Özel bir hususa nazaran dikme konusunda kabul edilen hükmün tard edilmesi uygun olmaz. Teğet taraf aynen ve kendi konumunda görünür. Onun kısımların da ise aynı şey sözkonusu olmaz. Onun iki tarafından her birinin görüntüsü vardır. Kabul etmeliyiz ki bu şaşırtıcı bir durumdur. Çünkü bütünsel olarak olduğundan daha küçük görünmesi gerekirken, olduğu gibi görünmekte, ve kısımlarından bazısı da olduğundan daha büyük görünmektedir. Bu da bizim düzelttiğimiz bir şeydir.

Dikme göz yönüne eğimli olduğunda, ve iki ucu da ortamın yoğunluğu içindeyse, bu durumda onun gelme ve kırılmaya bağlı olarak oluşan görünülerinin eşit olduğu sınıra ulaşılır. Çünkü göz istikametinde bulunan dikmenin tepesi en büyük olmasını gerektiren açının daha küçük olduğu doğrudan görme düzlemine yakınlaşmış olur. Böylece onun eşitlik sınırına ulaşılmış olur.



Daha önce bilgili insanlara sunduğumu z gibi bu birleşme sınırını gösteremeyiz. Çünkü geliş ve kırılma açılarının belirlenmesi konusunda geçtiği gibi

pek çok prensibe gereksinim vardır. Göz merkezinin kesitin üzerinde bulunan dikmeye olan uzaklığı ve görünenin uzunluğu ve onun iki tarafından her birinin bilinen mahalden kesite olan uzaklığı değişir (zarar görür). Bilinen uzamanın dışında bir uzama sözkonusu değildir. Eğer hataların tuzağına düşmezsek [hatalar bizi sarmalamazsa] gelişle ortaya çıkan görüntünün gerektirdiğinin aksine, ortamda bulunan gözün duyarlılığıyla algılanan bu durumların incelenmesi gerekir. Eğer eğim artarsa C noktasındaki kırılma hattı yönünde olmak kaydıyla, küçülmeler artar. Eğim daha da artarsa kırılma neticesinde, kırılma hattı aşıldığı için,

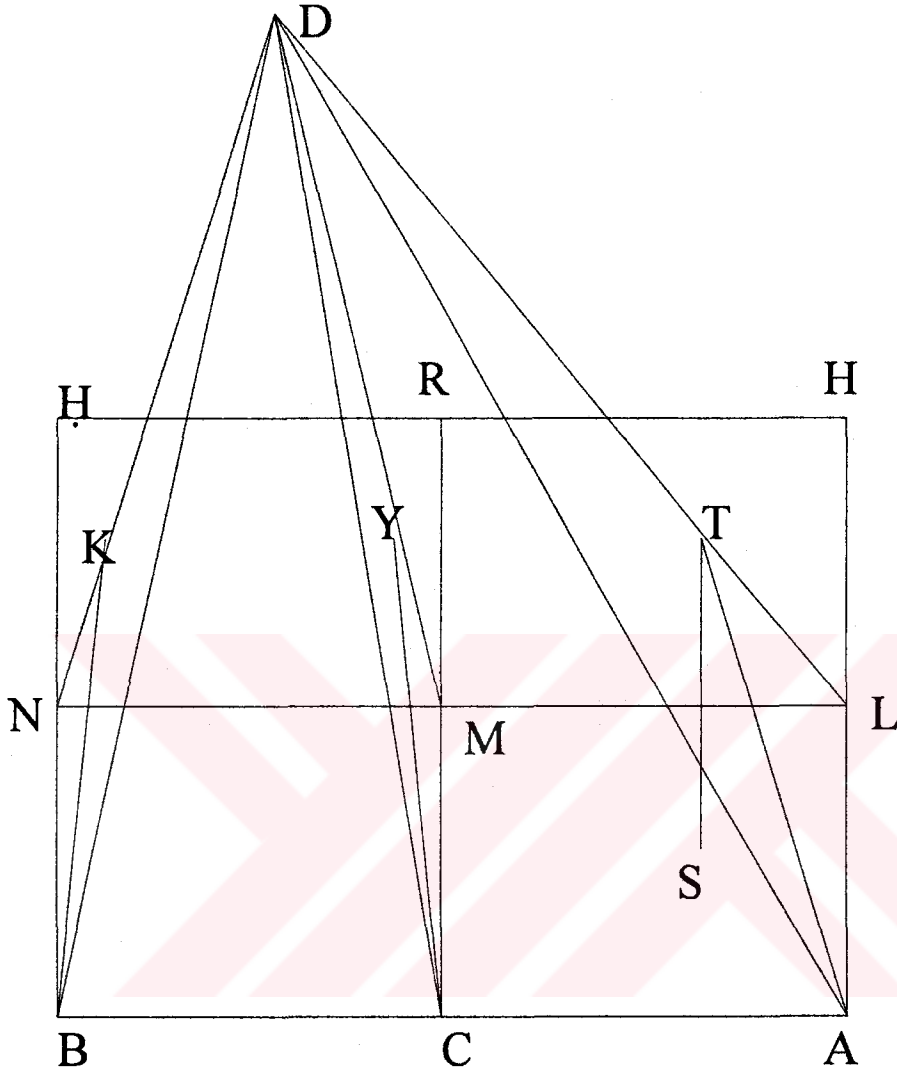
her hangi bir şey görünmez. Kırılan hatla kırılma noktası arasında bulunması gereken zorunluluğun ortadan kalkması dolayısıyla görüntü de ortadan kalakar. Bu sınır aşılmazsa görüntü gerçekleşir. Olduğundan daha küçük görünmesi gerekirken bütünüyle olduğu gibi görünür ve kırılma durumunda ise bunların görüntüsü de olması gerekenden daha büyük görünür. Doğrusunu Allah bilir.

Bu hususların az yoğun ortamdaki incelenişinin prensiplerini koyalım. Kırılma kesitine paralel olan nesneyle ilgili olarak oluşan bu farklılıkların açıklanması hususunda diyoruz ki, bu farklılıklar bütünüyle hissedilebilecek farklılıklardır. Kırılmayla görünen miktar gelişle görünenden daha küçük olur. En yakın olan da daha uzak görünür; ve görüntü de kırıktır.

Bunun açıklanması için AB kırılma kesiti, CD az yoğun ortamdaki görünür hat , H göz merkezi olsun. Her iki göz de görünür hat üzerindeki R ve H noktalarında bulunsun. C noktasından CD üzerine onun her iki yönüne doğru bir dikme çikalım. Bu dikme kesitle A'da kesişsin. R noktasında da kesite doğru bir dikme çikalım. O da kesiti T'da kessin ve onu ileriye doğru, göze kadar uzatalım. Aynı şeyi H noktasından da yapalım. O da kesitle Y noktasında birleşsin. Dördüncü bir dikme daha çikalım. O da D noktasında uzayan DB olsun. HC'yi kırılan (sapan) hatla birleştirelim. Bu hat kesiti K'da kessin. Diyoruz ki, kırılma noktası K üzerinde bulunmaz ve o gelişle görünür ve AK arasında bulunmaz. Ancak ortam varsayılanın aksine daha yoğundur. Bundan dolayı [kırılma noktası] K ve T arasında yer alacaktır. Bu nokta L olsun. H ve L'yi

birleştirelim ve AC dikmesine kadar uzatalım. Bu hat dikmeyi C'nin görüntü noktası olan M'de keser. Diyoruz ki R noktasının görüntüsü olmaz. Çünkü göz merkezi Normal üzerindedir. Bu kıyas üzere, H noktasının sapma hattı kesiti N'de keser. Bunun kırılma noktası da S, görüntü noktası ise A'dır. D noktasının sapma hattı ise \underline{S} 'dir. Onun kırılma hattı F, görüntüsü de K'dır. Kısacası CD hattı kırılma açısı olan KHM açısıyla, geliş açısı olan DHC açısından görüldüğünden daha küçük görünür. Ayrıntılı olarak açıklamak gerekirse, RH, RC, RD hatları içinde aynı şey geçerlidir. HD hattında da durum aynıdır. Bunun görünüşünü küçülten DFK kırılma açısı, görünüşünde bir farklılaşmayı gerektiren HSA kırılma açısından daha büyüktür. Kısalma ise bu ikisinden fazladır. Gerçekte KH'A kırılma açısıyla oluşan görüntü, DHH geliş açısıyla oluşan görüntüden daha küçüktür. Ancak en yakın olan daha uzak görünür; çünkü onun görüntüsü uzaktır. Onun görüntüsü vardır. Görüntünün oluşmadığı nokta ise olduğu gibi ve kendi konumunda görünür, ve uzaklaşma sözkonusu değildir. Görüntü çapı ise kırık görünür. Görünen hattın ortamın yüzeyine teğet olan yönünde, olduğu gibi ve kendi konumlarında görülen görünür iki nokta var ise, bu durumda orada, çok yoğun ortamda olduğu gibi iki kırılma sözkonusu olur. Bu şekildeki açıklamalar daha yoğun ortam için verilen şekildeki açıklamalarla kıyaslandığında tasvirde ve tasavvurda bir gizlilik olmaz. Uzatmaya gerek yoktur. Hükümler de bu hükümlerin aksi olur. Burada kırılmayla görünen, [aslından] daha büyük, daha küçük ya da eşit olabilir. Bu şekilde isterse görünen AC dikmesi olsun. AH'yi

birleştirelim. AHM kırılma açısıyla görünen AHC geliş açısıyla görünenden daha büyüktür. Hattın bütünüyle tek bir yüzeyde ve gözün önüne yanlamasına konulmadığı, ve göz merkezinin de görülen dikme üzerinde bulunmadığı bir duruma gelince. Ortamın yüzeyine paralel bir konumda bulunan gözlemciye gelen ışın konisinin ekseni, dik olarak kesilirse ve eksen de böylece iki kısma bölünmüş olur. Kırılmayla görünen kısım da gelişle görünenden daha büyüktür. Bunun açıklanması için AB daha yoğun ortamın gerisinde görünen, belirli bir niteliği bulunan doğrusal hat, C onun ortası ve D'de göz merkezi olsun. ACB noktalarından her birinden yüzeye doğru ve ona H, R ve H noktalarından değen birer dikme çikalım. Sonra da D ile A'yı, D ile C'yi ve D ile B'yi kırılan hatlar olarak birleştirelim. Açıktır ki, bunlardan her biri görüntü yüzeyinde özel bir durumdadırlar. Daha önce kırılma konumunda geçmiş olduğu üzere, A sureti, T kırılma noktasından, B sureti K kırılma noktasından, C'de Y'den D'ye kırılırlar. DT'yi birleştirip AH dikmesine L'de degecek şekilde uzatalım. Aynı şeyi DY hattıyla da yapalım ve o da CR dikmesini M'de kessin.



Benzer şekilde DK hattı da BH dikmesini N'de kessin. Bu LMN noktaları ACB noktalarının görüntüleridir. Sonra TA, YC ve KB kırılma hatlarıyla birleştirelim. Daha sonra da T'den, TS hattını AB yönünde AH'ye paralel olarak uzatalım. Diyoruz ki, DL ve DA hatları AH dikmesiyle birlikte tek bir yüzeyde bulunmaktadır. Aynı şekilde DM ve

DC hatları da CR ile, DN ve DB hatları da NH dikmesiyle tek bir yüzeyde bulunmaktadır. Çünkü AB hattı ortamın yüzeyine paraleldir. LN hattı da diğer iki hatta paraleldir. LA, MC, NB eşit hatlardır. LN'de AB'ye eşittir. Öyle ki, AH ortamın yüzeyine diktir. DL hattı yüzeye eğimlidir. LTS açısı dar açıdır. DTS yani DLA açısı ise geniş açıdır. DA hattı DL'den daha uzundur. Benzer şekilde, DNB açısı da geniş açıdır. Aynı şekilde DB hattının da DN hattından daha uzun olduğunu söyleyebiliriz. ADB ve LDN konileri paralel tabanlı eşit iki konidirler. DA ve DB hatları DL ve DN hatlarından daha uzundur. LDN yani AB'nin kırılmayla görüldüğü açı, gelişle görüldüğü ADB açısından daha büyüktür. Diğer hatlar olan AC ve CB'de de durum aynıdır. Bu kanıtlamada olduğu gibi açıklama ve hüküm tektir. Bu da bizim savımızdır.

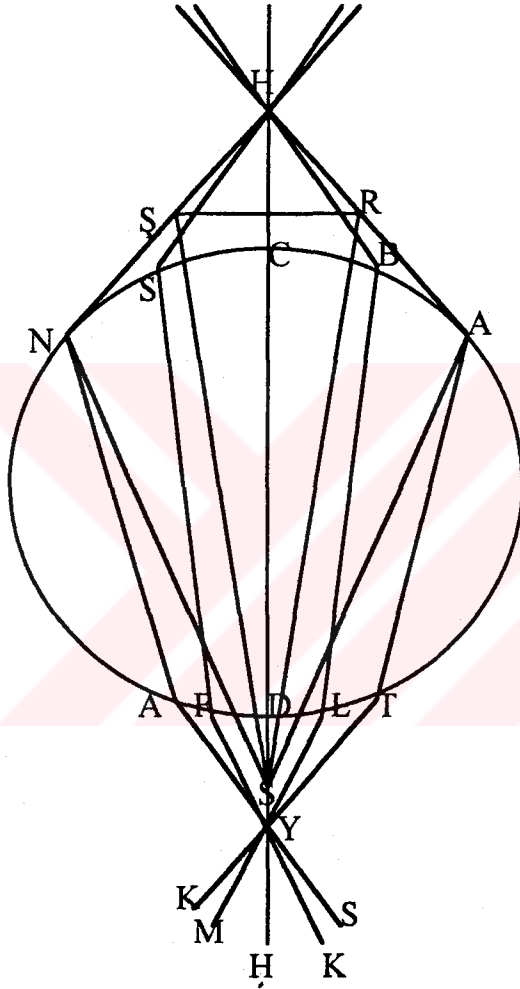
Sonra diyoruz ki, eğer bu sabit olursa, belirtilen bu eğim ve sapma konusundaki hüküm aynı olur. Onun iki ucundan birisi ortamın yüzeyine değinceye kadar yükselmez. Bu durumun az yoğun ortamda olması konusuna gelince, diyoruz ki, bu hükümlerden her biri çok yoğun ortamda kanıtlananların aksine olur. Bu durum sunulan probleme uygun bir bakış açısıyla, kuralın gerektirdiği biçimde çizilecek şekillerde açıkça görülür.

Bu durumların anlatımı ayrıntılı olarak uzun uzadıya geçmişti. Daha önce geçen örneklerle kıyaslandığında, diğer farklılıklarla ilgili hükümlere dayanan kanıtlamanın bulundurduğu hususun incelenmesiyle oluşan aydınlanmayla bu açığa çıkar. Yardım Allahtandır.

Bu hataların cam bir kürede açıklanması hususuna gelince. Diyoruz ki, burada sözkonusu olan içi dolu az ya da çok yoğun olan küresel bir ortamdır. Öncelikle çok yoğun olaması durumunu ele alalım. Bu durumda ortam ya tam bir küre ya da bir küre parçası olur. Tam bir küre olması durumunda diyoruz ki eğer ışık ne gelişle ne de kırılmayla onun yüzeyinin tümünde, tıpkı düz bir yüzeyde yayıldığı gibi yayılmıyorsa, onun için özel bir konumda özel iki yayılım vardır. Onun arkasında görünen hat çoğunlukla olduğundan daha büyük görünür. Bazen dik, bazen ters dönmüş olarak görünür. Bunun açıklaması için ışıkla yapılan birinci deney.

Son derece parlak ve küreselliği tam olan billur bir küre alalım. Bunu düzlem bir yüzey üzerine ve güneşin tam karşısına yerleştirelim. Bunun Güneşe bakan yönü aydınlanmış olur. Bu ışıkların yarından daha az kısmı diğer yöne nüfuz eder. Bu ışınlar kürenin dışındaki yüzeyde bulunan Güneş ışığından daha kuvvetlidir. Eğer onu derece derece uzaklaştırırsak, ışık parçası da küçülür ve ışık şiddetlenir. Kuvveti artar ve hatta yanmaya yol açar. Eğer bu uzaklaşmanın dercesi çeyreğe yaklaşırsa zayıf nesnelere olduğu gibi yanma meydana gelir. Sonra bu uzaklaşma daha da artarsa ışığın düştüğü alan da genişlemiş olur. Eğer kürenin gölgede kalan kısmında ışığın düştüğü yere kesif bir nokta koyarsak, onun gölgesini düzlem yüzey de ışığın düştüğü kesit üzerinde bu yönün tersinde görürüz. Bu durumların her birinde ışığın düştüğü yerde onun gölgesini görürüz. Kürenin kütlesi de o noktada gölgelenmiş olur. Işığın düştüğü yerde gölgeli bir alan oluşur. Bunu billurun

kütlesinden daha küçük bir ateş aleviyle denersek, kürenin alt ucunu ışıklanmış olarak görürüz. Bu durumda diğer yöne nüfuz eden ışık Güneşle yapılan deneylerden daha büyük bir miktar olur. Mahal küçüldükçe bu deneyle küçülen mahaldeki mesafe de daha uzaklaşmış olur.



Gözün duyarlılığıyla yapılan ikinci deney. Eğer [cam küre] göze yakınlaştırılırsa onun arkasında daha geniş bir alan görülür. Bu görüntü belirli bir konum üzerinde ve örtülen yönle bir hizada bulunur. Eğer onu [cam küreyi] derece derece [gözden] uzaklaştırırsak, onun arkasında görülenin belirsizlik sınırına ulaşırız. Uzaklaşma artarsa bu görüntüler de daha net hale gelir. Bununla birlik ters

dönmüş olarak görülür. Görüntü birinci durumda gelişle görünenden olduğundan daha büyüktür. Daha sonra belirsizleşme [bulanıklaşma] oluşur ve bazen aslına eşit bazen de daha küçük olur.

ABCD küre yüzeyi üzerindeki büyük bir daire kesiti olsun. H'de kürenin dışındaki ışıklı bir nokta olsun. HRD görünen dikmesini D yönünde H'ye kadar uzatalım. AH ışını A'dan AR dikmesi yönüne sapar, ve bu doğrultu boyunca kesite doğru uzar ve onunla T'de birleşir. Sonra DTR dikmesi yönünün tersine sapar, ve görüntü dikmesiyle birleşir. Bu nokta HD arasında Y'dedir. Onu K'ya uzatalım.

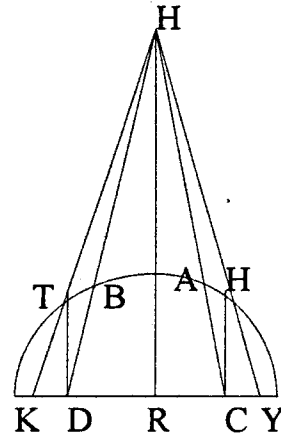
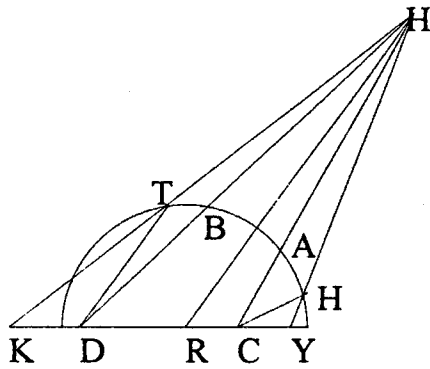
Benzer şekilde HB ışını B'den BR dikmesi yönüne sapar ve doğru olarak uzar, kesitle TD arasındaki L'de birleşir. Sonra LR dikmesi yönünün tersine sapar ve Y ile birleşir. Onu M'ye uzatalım. Görüntü dikmesini sabit tutarak üzerinde AT'nin bulunduğu kesitin yarısı da onun kestiği yarıma doğru döndürüldüğünde, her bir noktanın ve o noktaya paralel her hattın izdüşümü ortaya çıkar. Buna göre, A noktasının izdüşümü N ve B noktasının ki ise S, T noktasının A, L noktasının izdüşümü ise F'dir. Bu hatların paralelleri çizilirse, K'nın paraleli S; M'ninki de F olur. Bu durumda en küçük yayın kirişi AT olur. Aynı şekilde diğer kirişte NA'dır. Bu iki kiriş sapan ışınların sınırındadır. Yani H'den gelen ışının küreye teğet olduğu HN ve HA hatlarıdır. ANTA eksik konisi döndürülürse, kapsayan ve kapsanan iki cisim de içeren boş bir küre elde edilir. Kapsayan bu konumda karanlıktır ve onun için gölgeli olur. Kapsanan ise darlaşmasından dolayı ışığı bol aydınlık olur.

Eğer ışık kaynağı Y noktası ise, kırılma bu şekilde olur. Çünkü DY hattı, kırılma açısına oranla CH hattından daha kısadır. Işıklı alan HA, HN ya da YT ve YA hatlarıyla sınırlanmış olsa bile kırılma hatlarının

konumları ve toplanma noktaları ve toplandıktan sonra ışık kaynağının tersi yönde dağılma konumları değişmez.

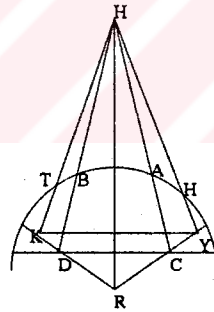
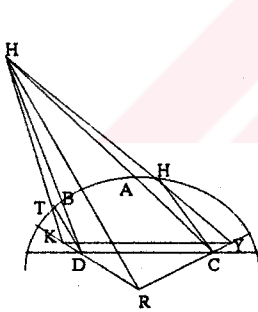
Görünen nesne, AH ve HN arasında bulunan bir miktar, örneğin RS olsun, diyoruz ki, eğer göz merkezi Y'de ise o noktada görüntü olmaz. YD arasında bulunan da olduğundan daha büyük görünür. Bu konumda bulunmadığından [görüntüde de] bir değişme sözkonusu olmaz. Çünkü göz ve nesne arasındaki kırılan ışının yönünde bir değişim sözkonusu değildir. Ancak görüntü daha büyüktür. Göz merkezi YD arasında S'de bulunsun. SA, SN, SR ve SS'yi dört kırılan hat olarak birleştirelim. RSS açısını yani gelişle oluşan görünüm açısı kırılmayla oluşan görünüm açısı olan ya da ASN açısının arkasında kırılmanın mümkün olduğu TSA açısından daha küçük olan ASN açısından daha küçüktür. Çünkü bu kırılma da benzer şekilde oluşur. Kırılmayla oluşan görüntü gelişle oluşan görüntüden çok daha büyüktür. İsterse göz Y noktasının gerisinde bulunsun. Toplandıktan sonra sapan ışınların yönlerinin değişmesi dolayısıyla görüntü terstir. Bu durumların ilkindeki görüntü gelişle olan görüntüden daha büyük görünür. İstenen de budur.

Eksik küre konusuna gelince, onun tümsekliği göz yönünde olsun. Bu küre düz bir hatla kesilmiş yarım, yarımdan daha az ya da daha büyük olan bir kesittir. Her bir durum için görüntü dikmesi kesit yüzeyine dik ya da eğimli olsun. Bunun için tek bir ibareyle altı örnek ele alalım.



Diyoruz
ki, kesit AB,
görünen hat da
CD olsun. Bu
hattın [CD]
kesitle
birleştiğini
düşünelim. Göz
merkezi H,

küre merkezi de R olsun. HC'yi ve HD'yi sapan iki hat [kırılma hatları] olarak birleştirelim. Kesit de AB üzerinde kesilsin. CD noktalarının ise AB noktalarından görünmesi mümkün değildir. Bu ikisi [CD] diğer ikisinin [AB] arasında bulunması dolayısıyla, onların arkasında görünürler. C noktası H'nin, D noktası da T'nin arkasındadır.



Sonra, RC'yi birleştirelim ve onu C yönünde uzatalım. Aynı şekilde RD'yi de birleştirip D yönünde uzatalım. CH ve DT sapma hatlarını da birleştirelim.

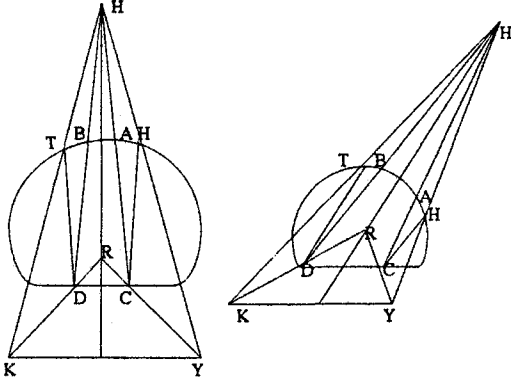
Daha sonra HH'yi birleştirelim, RC'yle Y'de birleşecek şekilde uzatalım. Aynı şekilde HT'yi birleştirip RD'yle K'da birleşecek şekilde uzatalım. Bu YK noktaları CD'nin görüntü çapıdır. Dikme üzerinde inme ve çıkma arazından dolayı küre görüntü çapının bazen görünenin üstünde ve bazen de şekillerde görüldüğü üzere görünenin altında olmasını gerektirir. CD

görüneni kırılmayla YHK açısından gelişle CHD açısından görüldüğünden daha büyük görünür. Bu da bizim başarımızdır.

Eğer CD hattı kesite bitişik değilse, ya da kesit H yönünde,

görünen de R yönünde değilse, burada şaşırtıcı iki kırılma oluşur.

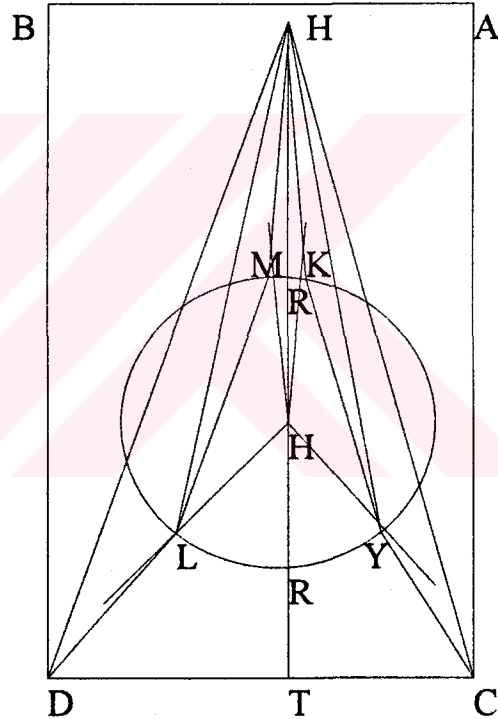
Bunlardan birisi kürenin merkezinden kırılma noktasına uzayan dikmeye nisbetle, diğeri de



yüzeye dik olan dikmeye nisbetle kürenin dahilinde bulunur. Burada ışıklarla birleşme olur, ve dik olan olduğu yerde görünür. Görüntüsü terstir ve suret de belirsizdir. Bu bab çok geniştir ve uzatmaya gerek yoktur. Bu anlatım yeterlidir.

Az yoğun ortam Libne gibi çukur küresel saf boş bir billur ise onun arkasında görünen hat

kırılmayla gelişle görüldüğünden çok da küçük görünür. Bunun açıklaması için Libne kesiti ABCD dörtgeni, H göz merkezi olsun. Bu kesit küreyi H merkezli VR dairesine böler. Bu çapı o yönde HT'ye



kadar uzatalım. Görünen hat CD olsun. C noktasının ışığı kesitteki Y noktasına uzar. Sonra da oradan HY dikmesinin tersi yöne kırılır. Kesitin üzerindeki K'ya ulaşır. Daha sonra oradan da HK dikmesinin uzama yönüne kırılır ve H noktasında bulunur. Benzer şekilde D'nin ışığı da L'ye uzar. Oradan HL dikmesinin tersi yöne kırılır. Oradan da M'ye gider. Bu noktadan da Dikmenin uzama yönüne kırılır ve H noktasına ulaşır. HY, HC, HL ve HD'yi dört kırılan hat olarak birleştirelim. Diyoruz ki, YHL açısı, CD'nin gelişle oluşan görünüm açısı olan CHD açısından daha küçüktür. CD'nin kırılmayla oluşan görünüm açısı olan KHM açısı YHL açısından daha küçüktür. KHM açısı CHD açısından çok daha küçüktür. Bundan dolayı kırılmayla olan görüntü gelişle olan görüntüden çok daha küçüktür. Bu da bizim yazdığımızdır.

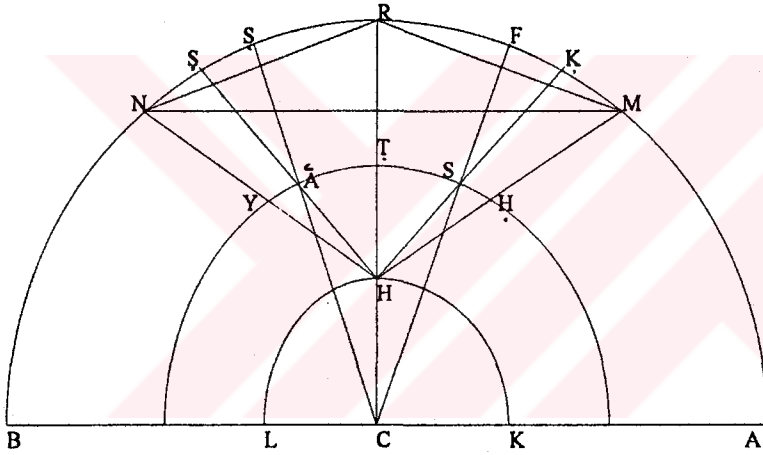
Bu prensipleri hazırladıktan sonra, az yoğun küre kesitindeki kırılmanın tasavvuru açık hale gelir. Konunun temeli [esası] daha yoğun ortamdaki kırılmanın dikme yönünde, az yoğununda ise bunun tersi yönde olduğunun tasviridir. Bu şekiller ve hatların konumlarının çeşitliliği yöntem bilme, bunu deneylerde uygulayabilme ve derin matematik (riyaziye) bilgisini gerektirir. Her tür hayır ve iyilik için yardım yüce Allahtandır.

Kırılmadan dolayı göksel nesnelerin miktarları ve uzaklıkları ile ilgili hataların nedenlerinin bilinmesi konusunda bölüm:

Giriş

Daha önce iki tabiat olduğu kanıtlanmıştı. Göksel nesnelerin kütleleri ve terkipleri dört unsur dışında beşinci bir unsur içerir. Bu unsur diğer dört unsurdan daha az yoğundur ve daha basittir. Saydamlığın en son sınırıdır. Diğer unsurların saydamlığı ise bundan daha yoğundur. Bir ışık kaynağından gelen ışık ortamın yoğunluğu boyunca evrene yayılır. Eğer bu yayılan ışın çap boyunca ilerliyorsa, bu yoğunluk içerisinde aynı doğrultuda yayılımını sürdürür. Unsurlarda da durum aynıdır. Yeryüzünde yayılan ışın eğer çap boyunca yayılıyorsa, bu durumda yayılımın doğrultusunda değişme olmaz. Çap doğrultusunun dışında göksel ışık kaynaklarından gelen ışınlar dünya feleğinin çukur yüzeyine değdiklerinde, değme noktalarında bulunan dikme yönüne kırılırlar. Dikme buradaki gibi değilse, çap boyunca olur ve ancak küresel düzlem yüzeylerde belirtildiği gibi dikmeye çapraz yayılır. Az yoğun ortamda ışın bütünüyle Normalden öteye ve çok yoğununda ise Normal yönüne kırılır. Eğer hava yoğun buharlı değilse o zaman kırılma olmaz. Bunun için her şeyden önce kırılmanın belirlenmesi için gerekli olan bazı daire ve noktaların astronominin prensiplerine uygun olarak tanımlanması

gereklidir. Diyoruz ki gök küresini görünen ve görünmeyen olmak üzere iki kısma bölen daire, eğer onu iki eşit kısma bölüyorsa, bu durumda gerçekte görüş alanının görünür kısmı görünmeyen kısımdan ayırdığı varsayılır. Bu durumda onun yüzeyi evren merkezinde geçer. Bu hakiki ufuktur. Görünür yarım küre yönünde hakiki ufkun merkezinden çıkan ve zenit doğrultusunda bir noktada gök küresini delen bir dikmenin olduğunu varsayalım. Zenit doğrultusunda geçen bütün daireler ise ufuk dairesine diktir. Bunlardan bir tanesine onun azimutu denir. Başka bir itibara göre ise yükseklik dairesi denir. Bunun kutbunda bulunan bütün



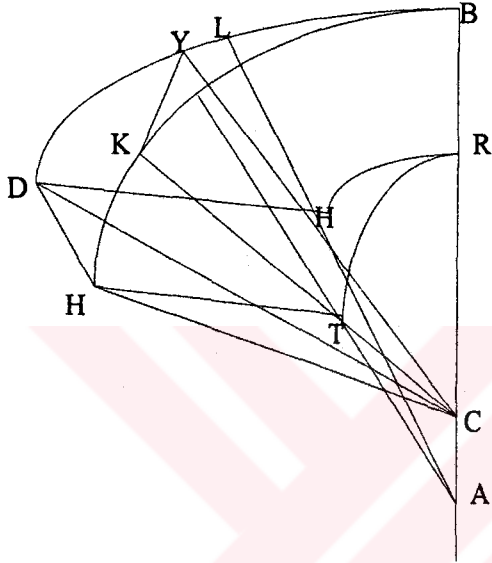
küçük dairelere
ise mukantra
denir.

Mukantraların
tümü ise ufka
paraleldir.

Bu
anlaşıldıktan

sonra, AB hattı hakiki ufuk hattı, C evrenin merkezi, H göz, R zenit doğrultusu olsun. Azimut ve Nadir'den geçen ARB dairesinin yarı yüzeyi gök küresini ve yeri iki eşit kısma böler. Bu yüzeyle gök küresinin çukur kısmı arasındaki ortak kesit HTY dairesi ve yine bu yüzeyle yerin yüzeyi arasındaki ortak kesit ise KHL dairesidir. MRN yayının kirişi MN görünen zenitin kirişidir. HM'yi kırılma hattı olarak birleştirelim. Bu HT yayını H'de kessin. Zorunlu olarak HN kırılma hattı da TY yayını Y'de

keser. Kırılma kurallarıyla kanıtlanmış olduğu üzere M noktası kırılmayla TH arasında görünür. Bu nokta S olsun. N noktası da TY arasındaki A'da görünür. CS yarı çapını birleştirilim ve onu MR yayını F'de kesecek şekilde uzatalım. Sonra CA yarı çapını birleştirilim ve RN yayını S'de kesecek şekilde uzatalım.

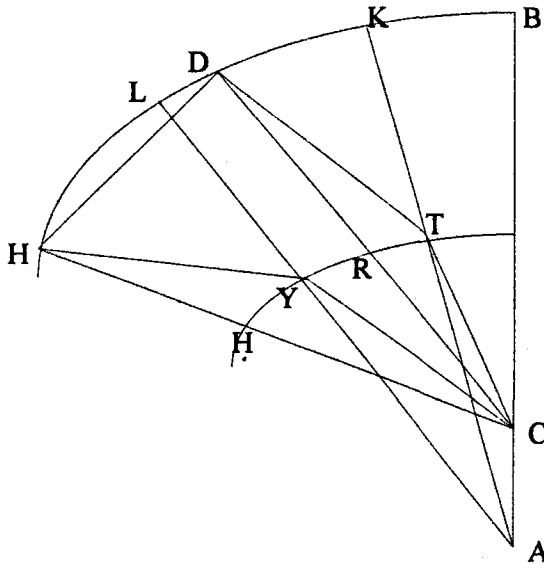


CSF ve CAS hatları iki dikmedir. Sonra HS'yi birleştirip MR yayını K'da kesecek şekilde uzatalım. Benzer şekilde HA'yı birleştirilim ve RN yayını S'de kesecek şekilde uzatalım. Diyoruz ki M sureti gök küresi boyunca S'ye uzar. Sonrada evrendeki CS dikmesi yönüne kırılarak H noktasına gelir. Çünkü ortam gök küresinden daha

yoğundur. Gök yüzündeki kırılma ise S noktasından SF dikme doğrultusunun tersi yöne olur. NA kırılma hattında da durum aynıdır. Unsurların saydamlığındaki değişimler görüş alanını da etkiler. KHS açısından kırılmayla görünen MRN yayı ve MN kirişi MHN açısından gelişle göründüklerinden daha küçüktür. Aynı şekilde MR kirişi MHR açısında KHR açısından görüldüğünden daha küçük görünür. İstenen de budur.

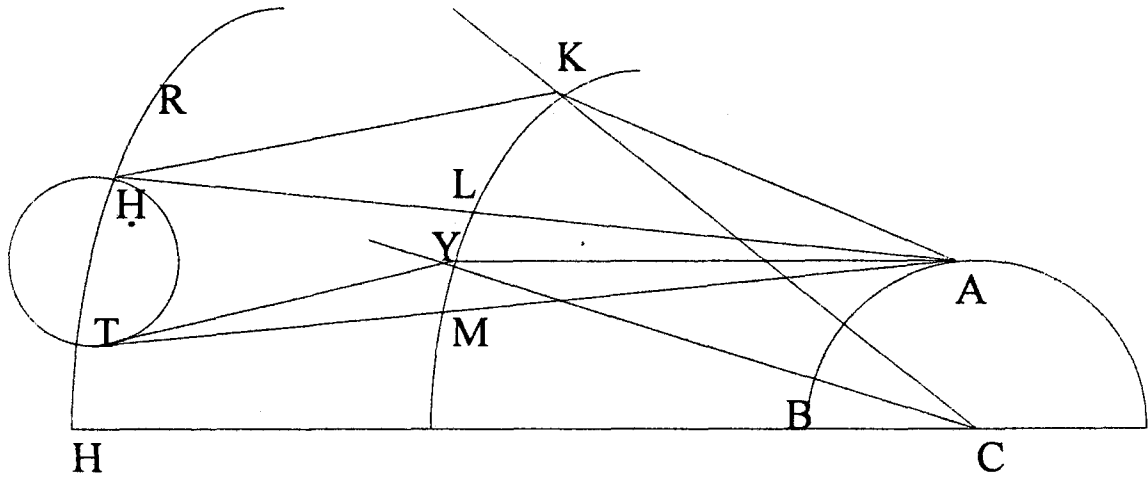
Sonra mukantradan kesilmiş bir yay olsun. Diyoruz ki, aynı şekilde bu yay kırılmayla gelişle görüldüğünden daha küçük görünür. Bunun

açıklanması için AB evren çaplarından birisinin yarısı olsun. B ise zenit doğrultusu, çap üzerindeki C noktası da göz merkezi olsun. DH hattı, ufka paralel olan mukontra kesitinin kirişi olsun. Gök küresinin dış yüzeyindeki BH ve BD yaylarını çizdiğimizde, iç yüzeyinde de RH ve RT yaylarını çizmiş oluruz. CD ve CH'yi birleştirelim. BD yayı BH yayına eşittir. D ve H suretleri H ve T noktalarından C'ye kırılırlar. DH ve HT'yi birleştirelim. Sonra CH'yi birleştirelim ve özel bir doğrultudan Y'ye uzatalım. Aynı şekilde CT'yi birleştirip, iki yönden K'ya uzatalım. AH dikmesini birleştirelim ve onu da L'ye uzatalım. Aynı şekilde AT'yi birleştirip onu da M'ye uzatalım. D sureti H'den dikme yönünde C'ye kırılır. RCH açısı RCD açısından daha küçüktür. Aynı şekilde RCT açısı RCH açısından daha küçüktür. RH ve RT yaylarından her biri benzerleri olan BD ve BH yaylarından her birinden daha küçüktür. Yükselteleri eşit olan D ve H'den her birinin yükseltisi [yükseklik], yine yükselteleri eşit olan H ve T'nin yükseltilerinden daha azdır. Bunların H'deki kırılmaları, C'deki konumlarının benzer olmasından dolayı, T'deki kırılmaya eşittir. LD yayı MH yayına eşittir. YD yayı da KH yayına eşittir. YK'yı ondan daha küçük olan DH'ye paralel olarak birleştirelim. CY ve CK hatları eşittir. Çünkü, C noktası gökyüzünün merkezidir. YK hattı DH hattından daha küçüktür. YCK açısı yani DH'nin kırılmayla olan görünüm açısı DCH açısından yani onun gelişle olan görünüm açısından daha küçüktür. Bu da daha önce yazdıklarımızda geçmişti.



Sonra yay üzerindeki noktanın, zenit doğrultusunda bulunmadığı bir daire parçası olsun. Aynı şekilde diyoruz ki, kırılmayla görünen gelişle görünenden daha küçük olur. Bunun açıklanabilmesi için AB evrenin yarıçapı, A onun merkezi, B zenit doğrultusu, C

göz merkezinin bulunduğu yer, DH ise gök küresinin tümsek kısmı olan BDH'den görünen giriş olsun. Bu gök küresinin çukur kısmının semti de RH'dir. CD'yi kırılma hattı olarak birleştirelim. RH'yi R'de keselim. Sonrada CH kırılan hattını çizelim. Onu da H'de bölelim. D'nin RH arasındaki kesitte ya da bunların dışında bulunmayacağı aksine R noktası ve AB yarıçapının fasıldan oluşturduğu kesit arasında T'de bulunacağı kanıtlanmıştı. Aynı şekilde H noktasının kırılma noktası RH arasındaki Y'de bulunur. Sonra AT'yi birleştirelim ve onu K'ya uzatalım. Aynı şekilde AY'yi birleştirelim ve L'ye uzatalım. Sonra da CT, TD, CY ve YH'yi birleştirelim. Diyoruz ki görüntüdeki büyüme dolayısıyla gerekli olan KDT kırılması görüntüdeki küçülmeyi gerektiren LYH kırılmasından daha küçüktür. Bundan dolayı TCY açısından kırılmayla olan görüntü DCH açısından gelişle olan görüntüden daha küçüktür. Bizim istediğimizde budur.



Bu şekillerle yapılan kanıtlamanın sonucu: Eğer her yıldız yuvarlak [müstedir] görünüyorsa onun çapları eşittir. Eğer onun çaplarından her biri dikey [mutasib] ve yatay [mutarid] iseler geliş açılarında olduğundan daha küçük görünürler Çaplarının tümünde durum aynıdır. Yıldızların sureti bunlar arasındaki uzaklıklar ve onların büyüklükleri gelişle olan görünüm açısından daha küçük görünür. Ortam [saydamlık] tek olsa bile olduğu gibi ve bulunduğu konumlarda görünmezler. Bu miktarlar olduğu gibi değil, zenit doğrultusundaki bir noktanın dışındakiler gerçekten küçük bir hacim olarak görünürler. Eğer kırılma görüntüyü etkilemezse, o yöndeki algı etkilenmiş olur. Denilmektedirki ufukta görünen yıldız, tepede görüldüğünden daha büyüktür. Diyorumki bunun nedeni buhar küresinin yoğunluğudur. Onun tümsek kısmı ufka yakındır. Yerin yarıçapının buhar küresinin yarıçapına oranı kırılmanın fazlaşmasını gerektiren özel bir miktardır. Bu da hatanın oluşmasını gerektirir. Bu örnek için AB yayı yer küresi

üzerindeki bir kesit, C evrenin merkezi, HR gök küresinin çukur kesiti ve HC'de yıldızın ufka yakın kısmı, KY de buhar küresinden bir kesit olsun. AH'yi yıldıza H'de teğet olacak şekilde kırılma hattı olarak birleştirelim ve buhar küresini L'de kessin. Aynı şekilde AT kırılma hattını da M'de keser. Diyoruz ki eğer ışık H noktasından geliyorsa onun A'ya kırılması mümkün olur, kırılma LY arasında olmaz vfe buhar küresinin yoğunluğundan dolayı Ay küresinin çukur kısmına bir doğru boyunca ulaşmaz, K noktasında kırılır. Kırılmanın sağlıklı olarak gözlenebilmesi için CK dikmesini çıkaralım. Aynı şekilde T'den A'ya gelen ışın da Y'de kırılır ve CY dikmesiyle gözlemlenir. HK, KA, TY ve YA'yı birleştirelim.

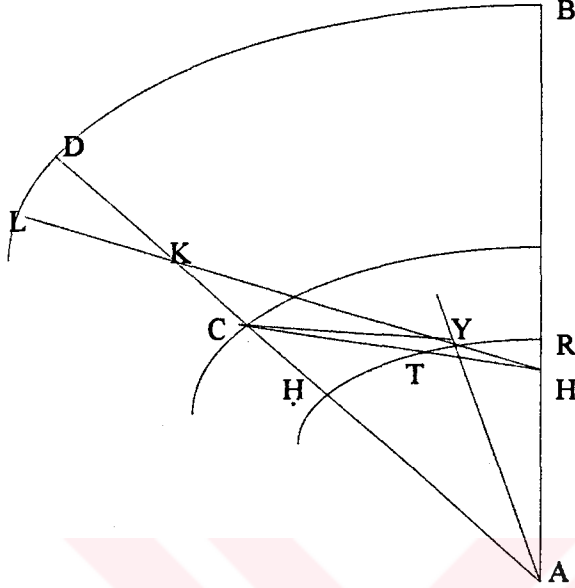
Bu durumda kırılmayla oluşan görünüm açısı olan KAY açısı, gelişle olan görünüm açısı olan LAM açısından daha büyük olur. Çünkü onun gelişle olan görünüm açısının büyümesine yol açan KAL açısı, küçülmesine yol açan YAM açısından daha büyüktür. LK yayı ve HT kütesindeki K'nın gerisinde bulunan YM yayının eğiminden daha büyüktür. Kırılma kanunlarında geçmiş olduğu gibi M noktasının gerisinde de aynı şeyin geçerli olacağı açıktır. Buhar küresi toz, duman ve saydımlıktan mürekeptir ve yüzeyi de mahduddur. Bu küre gerçek değildir. Bundan havanın derece derece saydamlaşarak ateşi meydana getirdiği çıkmaz. Daha önce geçmiş olduğu üzere burada kırılma meydana gelmez. Gözlemsel kanıtlar ufukta buharın daha yoğun olması dolayısıyla nesnelere kütlelerinin de büyümesine yol açtığı iddiasını

doğurmuştur. Deneylerde kullanılan kırılma kuralları ve matematiksel kanıtlamalar da bunu kanıtlar. Allah bilir.

Bölümün Sonucu

Erdemli bilgin Batlamyus *Almagest*'de [el-Mecisti] oğlak dönencesinin başlangıcında ve meridyen dairesi üzerindeyken Ayı gözlemlediğini belirtmiştir. Bu konum bizim terminolojimize göre onun azimutudur (semt). Bu işlemi enlemi $30^{\circ}58'$ olan İskenderiye'de yapmış. Gözlem zat-i şubeteyn ile yapılmış. Ayın zenitten (semt el-reis) uzaklığı $51^{\circ}35'$ 'dır. Bu da azimuttan bir parçanın kirişidir ki bunun yayı $50^{\circ}55'$ 'dır. Sonra bunu hesap yoluyla meyl el-cüz'den, yani ayın boylamından ve enleminden, enlem ve boylam yönleri dikkate alınarak $49^{\circ}48'$ olduğunu çıkardı. Bu ikisi arasındaki fark $1^{\circ}7'$ 'dır. Yani bir derece yedi dakika. Bunun da paralaksdan kaynaklandığı söylenebilir. Bu da yerin yarıçapının gerektirdiği bir şeydir. Çünkü yerin yarıçapının Ay feleğinin yarıçapına olan uzaklığı hissedilebilir derecede değişmektedir. Bunu geometrik teoremler yardımıyla ve yöntemine uygun olarak kanıtlamak olanaklıdır. Bu durum kırılmadan dolayı meydana gelmez. Bu da şaşkıncı bir şeydir. Sonra bu miktarı temele aldı ve paralaksı geriye kalan diğer büyüklüklere göre de hesapladı. Yüce ve her türlü övgüye değer Allah

bu risaleyi yazmamızı nasib ettiğinden optikteki kırılma yöntemine dayanarak konuşuyoruz.



Diyoruz ki, gözlemin daha açık olduğu görünüm açısı, tasavvuruyla kanıtlamanın gerçekleştiği açıdan daha küçüktür. Bunun açıklanması için AB evrenin yarı çapı, A merkezi, B zenit doğrultusu, C ayın konumu, BD en büyük felek üzerinde olduğu düşünülen semt, H göz, RH gök

küresinin çukur kısmındaki kırılma kesiti olsun. AC'yi kesiti H'de kesecek şekilde birleştirip, C yönünde uzatalım. Semti D'de kessin. Sonra kırılma hattı olarak CH'yi birleştirelim. O da kesitle T'de birleşmiş olsun.

Diyoruz ki, C ışığı eğer CT doğrultusunda uzuyorsa, bu durumda AH arasındaki bir noktaya kırılır. Onun H'ye ulaşacağı düşünülmez. Aksine gök küresinin daha yoğun olması dolayısıyla H yönünde bulunmayan, T'nin dışındaki bir noktaya, RT arasındaki Y'ye ulaşacağı düşünülür. AY dikmesini çizelim ve onu kanıtladığımız kırılma yönündeki miktar kadar uzatalım. Sonra az yoğundaki kırılma hattı olan YC ile çok yoğundaki kırılma hattı olan HY'yi birleştirip, AD çapını CD arasındaki K'da kesecek şekilde uzatalım ve semtle L'de birleşmiş olsun.

RH yayı RY yayından daha büyüktür. BL yayı her iki semtin kesitlerinin gerisinde bulunur. Bu miktar 50 derece 55 dakikadır. Burada Aynın gözlenmesi BD yayından, yani hesap yoluyla elde edilmiş olan bu semtin gerçek konumundan daha büyüktür. Bu miktar 49 derece 58 dakika kadardır. Açıktır ki, Aynın görüntüsü olan K noktası HK hattı doğrultusunca görünür. H gözlemcisinin gözlemiyle farklı algılanan açı HKA açısıdır; HCA değil. İkincisi birincisinden daha büyüktür ve hesap yoluyla HCA açısına dayandığı bulunur. Bu da bizim düzeltmemizdir.

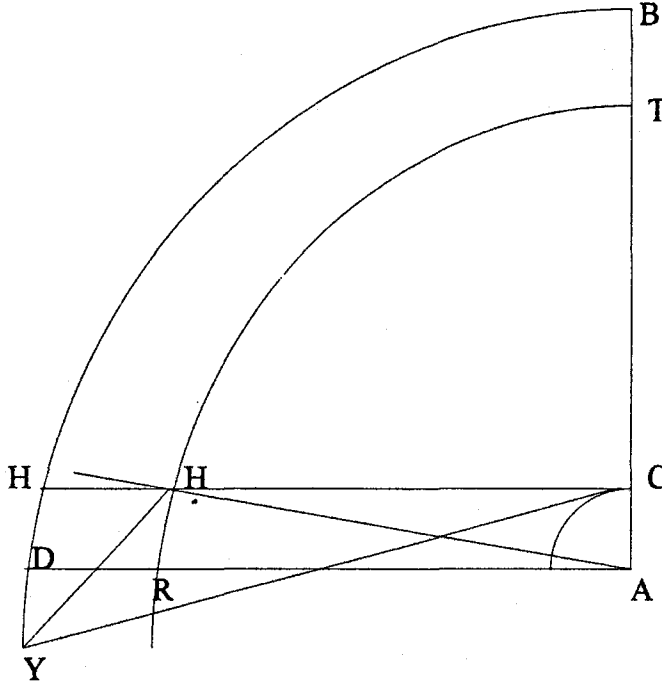
Optik'in beşinci makalesinde [Batlamyus'un kitabının] aynı şey kanıtlanmıştır. Göz ışını eğer esirin çukur kısmında son bulursa kırılır ve onun kırılması feleğin en üst kısmının bulunduğu yönün tersinde olur. Bu durumda hakiki ufuktan düşüşü 2 dakika ve 30 saniyedir. Buradaki göz ışını terimi Ta'limci okulun görüşüdür. Ancak her iki okulun ulaştığı sonuçta deneysel farklılıklar olmaz. Biz iki ufuk arasındaki farklılık konusunda şu kararı verdik. Eğer yıldız gerçek ufuktan münhat olursa ondan çıkan ışığın gözlemcinin gözüne geldiği noktadan zenite daha yakın olduğu kırılma noktasında geçtiği üzere kırılmayla görülür. Görünen ufuk zenite hakiki ufuktan daha uzaktır ve gök küresini iki kısma böler. Bunlardan daha büyüğü gözlemci yönündedir. Bunun açıklanabilmesi için AB evrenin yarı çapı, C yer küresine teğet olan göz merkezi, B zenit doğrultusu, AD, AB'ye dik olan doğrusal hat, BD yayı da Güneş küresindeki varsayımsal semt olsun. AC, AD'ye dik olduğundan, C noktasına teğet olan hat AD'ye paralel olur. Bu paralel hat da CH olsun. C'ye teğet olan konum sabit tutularak ve H noktası

döndürülerek, gök küresini iki kısma bölen küçük daire çizilmiş olur. Bunlardan daha küçük olanı, algılanan ufuk (ufk el-Hissî) adı verilen ufuk yönüne değil, gerçek zenit doğrultusuna yakındır. Algılanan ufuk gözlem aletleriyle elde edilen yükseltilerin başlangıcıdır ve diğerinin başlangıcı değildir. Yerin yarıçapının Güneş küresinin yarı çapına oranı bu aletle [zat el-şubeteyn] belirlenebilir. Üstelik bu oranın en büyük feleğin yarı çapına oranı burada algılanacak kadar bir nokta olan HD yayıdır. BH ve BD yayları hariç. Göğün çukur kısmındaki bu semtin kesitleri R'nin üzerinde bulunduğu AD, H'nin üzerinde bulunduğu CH, ve T'nin üzerinde bulunduğu AB kesitleri olsun. Güneş küresinde bulunan CH ve AD hatları tek bir hat gibidir. Işıklı cisimdeki D noktasından gelen ışınlar HT arasındaki kırılma noktasındaki C'ye gelir. Işıklı noktanın kırılma noktası D noktasından daha çok düşmüş olur. Bu nokta semtteki Y noktasıdır. YH'yi kırılma hattı olarak birleştirelim. AC dikmesini birleştirip kırılma yönünün gözlenen miktarı kadar uzatalım. Diyoruz ki Y noktasının ışığı bir doğrultu boyunca YH'ye gelir. Sonra HC doğrultusunda C'ye kırılır. CY'yi birleştirelim. Diyoruz ki C noktasını sabit tutup tek bir miktar üzere YCH açısı korunmak koşuluyla, Y'yi döndürerek Y noktasında gök küresini iki kısma bölen daire çizilmiş olur. Bunlardan daha büyüğü zenit doğrultusundaki bir noktaya yakındır. Bu daireye görünen ufuk (ufk el-merî) adı verelim. Bu husus büyük hatalardan biridir. Görme algısı bu miktarların değişmesini gerektirmez. Bu husus algıyla değil, gözlem ve yukarıda sözkonusu gözlem aletleriyle elde edilecek kanıtlar ya da geometri kurallarına

dayanılarak anlaşılır. Bu konuda yararlı olacak zaman ve saatlere ilişkin risalelerimiz vardır. Bu hususun gerektirdikleri için burada verilenler yeterlidir. Geriye kalan hataların açıklanmasına geri dönelim.

Ayrıklık ve Bitişiklik makaleleri, diyoruz ki, kırılma ışığın ve rengin zayıflamasına yol açtığından, öncelikle doğrudan görmedeki hatalar sözkonusu olur. Ancak daha önce geçmiş olduğu üzere ilineksel bir şekilde [arızî olarak] tam olarak algılanabilir ve doğrudan görme [direct vision] konusunda verilen örnekler yeterlidir.

Sayı makalesi, eğer iki yüzeyi paralel ve düzgün olan bir billuru yatay bir yüzeye kendimiz ve mum alevi arasına koyarsak, bu durumda biz birisi dikey ve diğeri de ters dönmüş iki alev ve çoğalmış görüntü görürüz. Çünkü billurun iki yüzeyi vardır ve bunlardan dış kısımda bulunanında bir suret yansırken, iç kısımdakininde de diğeri bir suret yansır. Konum makalesinde geçmiş olduğu üzere, iç yüzeyde gelen suret değişime uğrar. Burada AB hattı CD yüzeyine bitişmiş olur. Ancak orada kırılmaya uğrar. Yansımayı bir tarafa bırakalım ve yansıyan ışıktaki bu kırılmayı, sağlıklı tek bir göz için ortaya çıkan görüntüsel çoğalmayı düşünelim. Billurun kenarlarından dolayı tek olan çoğalmış olarak görünür. Bu yüzey, sağlıklı bir gözün duyarlılığı ile tek bir nesne, bir kimsenin her bir gözü için kırılmayı farklılaştırır ve tek olan ikili görünür. Tek bir nesnenin görüntüsü konusunda geçenlerde olduğu gibi, burada da tek bir göz için ikili olan iki göz için dört tane olarak görünür.



Geriye önemli bir kısım kaldı. Doğrudan görmeye olduğu varsayılan hatalar burada zati olarak çoğalmış ve ilineksel olarak da belirginleşmiş olabilir. Bu

belirginleşme esnasında hata meydana çıkabilir.

Niteliklerden birisinin

belirgin olmasının tesbiti de önemli bir husustur. Bu üzerinde bulunduğu daha yoğun olmasından ve bize göre dikey durmasındandır. Ben uzakta bulunmaları nedeniyle görülemeyen eşyayı en ince ayrıntılarıyla gösterebilen ve ortalama uzaklıklarda bulunan gemilerin yelkenlerini bir ucundan tek gözle baktığınızda görebileceğiniz ve Yunanlı bilginlerin yapıp, İskenderiye kulesine yerleştirmiş olduklarına benzer bir billur yaptım. Allah ömür ferahlığı verdiği için yapışını ve gözlem yöntemini anlatan bir risale yazdım. İnşaallahu Teâlâ.

Hastalıkların geri kalanının çıkarılması düzlem yüzeyli ortamlarda açığa çıkan diğer kusurlar hususuna gelince, bu hususlar düzlem yüzeyli aynalardaki yansıma hatalarında geçmişti. Saydam cisimlere gelince bunlar çoktur ve bunlardan tek birşeye indirgenemeyecek kadar çok

sayıda şaşkırtıcı şeyler meydana gelir. Bunlar anlatılamayacak kadar çoktur. Allah yol gösterendir ve hidayetiyle doğru yola sokandır.

Bu, herşeyin hükümranı, iyiliğin kaynağı, Allah tarafından kendisine bahşedilmiş dil ve basiret sayesinde, Takîyüddîn Muhammed Zeyn el-Millet ve Dîn, Hatimet el-Muhakkıkeyn [Muhakkiklerin sonuncusu], M'arûf b. el-Şeyh Şehâbeddîn Ahmed b. Muhammed b. Muhammed b. Ahmed b. Yusuf b. Ahmed b. el-Emîr Nâsuriddîn Mengubers el-Esed el-'Arîn Emîr el-Mücâhidîn, Allah onlardan razı olsun, tarafından gerçekler görülerek, açık bir dille ifade edilerek ve kendi eliyle kaleme alınarak, 982 yılının başlarında tamamlanmıştır.





**ÜÇÜNCÜ KISIM
METİN**

كتاب

نور حذقة الابصار

و

نور حذقة الانظار

تقي الدين بن المعروف

بسم الله الرحمن الرحيم.

الله نور السموات والارض* منور افق الابداع بشعشغان
اشعة الوجود في الطول و العرض* نصب علي ايات قدرته
رايات الدراري و الاقمار* و سحب علي سمات سماط
صنعتة ساميات قباب الفلك الدوار* و اباح لبيوح مروج
بروجه الفسيحة المدار* المديجة من و شي نور فجره بما
يخجل اصناف البهار* و المتوجة من نور صقيل عسجده
بتاج ضياء رابعة النهار* المندجة من سحاف رداء شفقه في
ازهي طرز و ازهر ازار* فامتدت اسدية شقة الكون بابهر
لون من اشعة تلك المصابيح* ثم انعكست بعد ما انعطفت
علي مطلوبها لحمه هاتيك الجاديج* الي ان اصبحت
حبرات يرودها منتسيحة بالمنسج* منمنمة الحواشي
الاهذاب بكل معني بهيج* ذات دوحات صادحة بلابلها
بصريح وحدانيته سارحة حنادلها في فسيح ساحات
صمدانيته* صافة في مقاماتها كالصافات* والحبة بمراقباتها
في ملكوت السموات* نحمده علي الولاية التي اخرجنا بها
من الظلمات الي النور* و الهداية التي انقذنا بها من مهاوي
مهامة شرور الانفس و سيات الامور* و نصلي و نسلم

اشرف رسله و عباده* و اراف ابيائة بالمومنين من عباده*
 من اشرفت اضواء براهين نصه و بيانه* و اورقت انجم
 انواء انجم دينه و تبيانه* ترفقت رقارق بواتره بتواتر و
 ورودها مشارق اعناق الاعادي* و ترنقت ريانق مشاريع
 شريعته لكل صادر او وارد صادي* و علي اله و اصحابه
 نجوم الاهتدا و الاقتدا* و رجوم هجوم هموج العدا* و
 بعد فان العبد الحقير* المعترف بالعجز و النقصير* تقني
 الدين بن معروف* عامهما يخفي لطفه البراروف* لما
 كان ممن طوي من زمن عمره في مطالعة العلوم الرياضيه و
 الطبيعيه دهرا طويلا* و انفق من ربعان شبابه و كهولته
 علي تحصيلها نقدا جزيلا حتي نظم شمل شواردها في سلك
 ادراكه* شمل نظم فرايدها في مدارك / اسلاكه* مضافا
 الي مناظر اقليدس و غيره من اكتب الكلاميه و الحكم
 المشرقيه* و الالات الشعاعيه و المرايي الاحراقيه*
 فكان من ادق مسايلها اعلاها* و اعزها واغلاها* البحث
 عن كيفية الابصار* انبعث الاشعة من الاضوا / و
 الانوار*

O.2a/2b

S.1b/2a

و كنت في معارك تلك المباحث العويصه اقاسي ما تشيب
 به النواصي* من اصطدام اولايك القروم علي فتح تلك

المعاقل و الصياصي* و اخذها تيك العواصم المنيعه
العواصي*

و بينا انا بينهم احوم يبضاعة مزجاة* و اروم ان احوز
مطلبا او افوز ينجاه* اذ وقفت علي عسكر عظيم جرار*
عمر مرم خميس مويد بكل فارس مغوار* يقدمه كيتبة
الكتابة الحافل* مزيز صدور الحافل* المسمي بتنقيح
المنظر* لذوي الابصار و اللبصاير*

و يقوده الاميران المعظمان* ز يعضده الملكان الاعظمان*
اعني المومين العالمين* المحققين المدققين* ابو علي الحسن بن
الحسن بن الهيثم البصري و الحسن بن علي بن الحسن
الفارسي قدس الله تعالي روحهما* و جعل من الرحيق
المختوم غبوقهما و صبوتهما* فغزت بمعاضة افكارهما
الاينفه بنصر موزر* و حزت مع جنود انظارهما
الرجيحة¹ ينحج معرر و وصلت بمعونة الله تعالي امزارهما
الي ما يثلج الفؤاد و فيقع غلة كتبه كل نور الي تلك العين
صاده لكني وجدته مع حلالة فخره* وضيا فخره طال
بطول مالكيه فحوي جرية قصرت عن منازلها فرسان

1) الرشيقه s.

الزمان* و حاز خريده تقلصت عن مداعتها ايدي اخذ ان
 اخوان الاوان* ربما استطرد الي كمالات لا يخل بالمقصود
 ترك جلها*

و يحصيل الملل لباعني مطالعة الكتاب بالاكباب علي
 حلها* و ربما لم يثبت بعض مهمات المقاصد* و لم يجعل
 يتقييد تلك الاوابد و الشوارد* فرغبت في انشا تاليف
 مختصر العبارة* واصح الاشارة لا يفوته من تلك المقاصد
 قضبه مهمة الاحصاها* و لا يغادر من تلك الاوابد صغيرة
 و لا كبيرة مهمة الاستقصاها* و ما زلت في تنقيحه و

تهذيبه* واصلاحه و تشذيبه* الي ان يزغ بدرا في افق
 كماله* و تالق نورا في مطالع جماله* فلقبته بنور
 حدقة² / الابصار* و نور حديقة³ الانظار* و جعلته هدية
 واهديته و ان كنت في ذلك⁴ من⁵ اهدي التمر الي هجر*

O.2b/3a

او اسدي معروف معرفة⁶ صحايف اللغة

العربية الي مضر* الي السدة الي الشريفة السلطانية*

(2) حديقة s.

(3) حقيقة s.

(4) واهديته و ان كنت في ذلك o. yok

(5) كمن s.

(6) او اسدي معروف معرفة o. yok

السدرة المنيفة الخاقانية* مقام حضوة البادشاة الاعظم* سر
الله سبحانه و تعالي في بني ادم* صاحب ذيول المجد
الافخر علي قمة قبة افلاك كيوان* مطرح اشعة انظار
العنايات الربانته* و مجمع اسرار مدارا التجليان
الصمدانيه* الملك العادل* و الهمام الباسل* و الانسان
الكامل* و البحر المحيط الشامل سلطان البرين و البحرين*
و خاقان جزيرة العرب و الروم و العراقيين* و خادام
الحرمين المعظمين الشريفين مالك اواسط الاقاليم السبعة في
الطول و العرض*

و القايم بشعاير الشريعة الشريفة لبسنيين السنة و الواجب
و الفرض* ظل الله ف العالمين* و سيفه المصلت علي
رقاب الكفرة و الملحددين* سليل الموك و السلاطين* خليفة
رسول رب العالمين* السلطان بن السلطان بن السلطان
السلطان مراد خان* ابن السلطان سليم خان* ابن
السمطان سليمان خان* ابن عثمان* مد الله تعالي لواء
عدالته في المشرقين و المغربين* و مهد لعزمات سلطنيه
مايين الخافقين* و وهب له من الازمان مدة تقصير عن
تطاولها الملوان*

حضرة ملك العلما الاعلام* الذي اقبلت خرايد الحقايق اليه حاسرة
الثام* و اضات بعزرة غرته نواصي الميالي و الايام و تلالا بسناء

دولته العادلة ملة الاسلام* / هود الجلم و الوقار* و طور العلم و المجد و
 الفخار* و سليل العظما المتقين الابرار* قطب الهالة و اساسها* و شمس
 سماء الدولة نبراسها* مكمل علوم الاواخر و الاوائل* علامة العلما و
 البحرا الذي لا ينتهي و لكل بحر ساحل* ان ذكرت المولوية اعظمي
 فالهداية و النهاية* او الرقي الي قنن قباقت المعلي فمعراج الدراية* اوسعة
 المرد فالبحار الزاهرة* او محاسن الاهلاق فالنجوم الزاهرة* او مطالع
 افاق السعادة فمشارك الانوار* او بوارق انواء السيادة فمصايح
 الاخيار* او رياض جنان الاقبال و الجمال فربيع الابرار* الكريم بن
 الكريم بن الكريم* ولي لغمي و استداي ملاجلي افندي عبدلكريم*
 قاضي قضاة الانام* و شيخ مشايخ الاسلام بمصر المروسه بعد دمشق
 الشام* زين الله تعالي نظام ايوان ديوان الدولة العثمانية بيمن ناصيته* و
 جمل عنوان صووان الملة المحمدية ببهاء صيصته* و مدله من الاقبال غاية
 يطامن دونها الفرقدان* و جعل وراثه النبوة فيه و في عقبه الي انتها
 الدوران¹ امين*

و طويت هذا الكتاب بعناية الملك الواحد* علي صدر و
 ثلاثة مراصد المرصد الاول في تحقيق روية ما يقابل البصر
 علي سمت مستقيم الثاني في روية الانعكاس الثالث في
 روية الانعطاف*

الصدر

قد اتفق اصحاب الافكار الصحيحة و ارباب الانظار
الرجيحة و القياسات الصريحة ان الرائي يدرك المرئي
بتوسط محروط شعاعي مضيء واقع بين البصر و المبصر ثم
اختلفوا في جحتي مصدره و مورده فذهب / ارسطوطاليس
و الطبيعيون باسرههم الي ان الابصار انما يكون بصورة ترد
مع الاضواء من المرئي الي الرائي و تواطت اراوهم علي
هذا الاصل و اتفقت و اطردت تعليلاتهم فيه و اتسقت و
ذهب افلاطون و التعليميون قاطبة الي انه يكون بشعاع
يخرج من البصر الي ان يلاقي المبصر محروطا ممتدا علي
سموت خطوط مستقيمة اطرافها متجمعة عند البصر و
قاعدته عند المرئي فيدركه بتلك الملاقاة ثم اختلفوا في ذلك
فقال بعضهم هذا المخروط مركب بالفعل من خطوط
مستقيمة هي اجسام دقاق اطرافها مجتمعة عند مركز البصر
و ما وافق اطراف هذه الخطوط من سطح المرئي كان

O.3a/3b

مدركا / ما وقع فيما بين تلك الخطوط تعزز ادراكه او
تعرس و قالت طايفة هو جسم مصمت ملتئم و اختلف
هولاء في تصويره فدعت زمرة منهم انه يخرج من البصر
خط واحد جسماني مستقيم الي ان يلقي المرئي فيتحرك
علي سطحه حركة لا يحس بسرعتها طولا و عرضا الي ان
تمتلي المسافة التي بين الرائي و المرئي بجسم مصمت مخروط
شعاعي يكون به الادراك و رات جماعة منهم ان الرائي اذا
فتح اجفانه حصل المخروط دفعة و جعلته فرقه منهم قوة
نورية تنبعث من الحدقة بها يكون الاحساس و ظنت
عصابة منهم ان الهوا المتوست بين البصر و المبصر يصير في
زمان غير محسوس مخروطا شعاعيا به الادراك و قال العلامة
ابو نصر الفارابي في رسالة الجمع بين رائي ارسطو و
افلاطون ان غرض كل منهما التنبيه علي هذه الحالة
الادراكية و ضبطها يضرب من التشبيه لا حقيقة خروج
الشعاع و لا حقيقة الانطباع و انما اضطررا الي اطلاق
اللفظين لضيق العبارة و احتار الشيخ شهابالدين
السهروردي صاحب الهياكل ان الابصار اضافة اشراقية بين
النفس و المبصر مشروطة بالمقابلة و ارتفاع الموانع و لما كان
كل مذهبين مختلفين لا يخلو حالهما من ان يكونا صادقين في
الحقيقة و الخلاف الظاهر بينهما لفظي او اعتباري لقصور

O.3b/4a احاطة التعبير / في احدهما و كان مذهب العلماء الطبيعيين مخالفا لمذهب التعليميين بل مناقضا وجب علي طالب التحقيق و الراغب في التفيق انعام النظر و امعان اجالة الفكر في صرف البصيرة الي التحديق في تحقيق المرام و تسدير ساعد العزم في تفويق هاتيكالسهام فان الشبهات متواترة الورود و الغايات ممتعة¹ بالشروود و بدور الحقايق متحجبة في سرارها عن السراير مضمرة في ضمائر الضماير و جواسيس الحواس في حواشي غواشي الطبيعة مستغرقة و في ظلمات تخاليط الاغاليط مسترقة باب

S.3a/3b الاعتدار عن عدم الاقتدار علي الوصول الي الحقايق مفتوح و طريق الاستخبار يريد الانظار عاف الاثر منعدم الوضوح مضافا الي افتراق طريق النظر في ذلك الي مقصدين / انشقاق عصا الفكر فيه الي شقيقين اعني علمي الطبيعة و التعليم الذين لايتسير جمعهما الالذي نظر قويم فطريق الوصول الي معرفة ما هنالك انما يكن بتحرير امر تلك المواد و المقدمات و تنقيحها و استيناف النظر في المبادي و الغايات و توضيحها و التقاط حبات المعاني بانامل الاستقرا التام و الاقدام علي التفظ عن الزيغ و الزلل بالجد و الاهتمام

1) ممتعة s.

و المصابرة علي النقد و المتميز و المسافرة في مهامه معادن
ذلك الجوهر العزيز و الوقوف بتلك البيانات و الحجج علي
قدم قويمغير ذي عوج بين يدي قاضي العقل الصحيح و
حاكم النقد الرجيح ثم تعديل هاتيك الشهود بقويم
اعتبارات الحواس و الاعزاز فيها الي خصوم خيالات
الوسواس و مطالعة منقول سناء ذلك النبراس لعلنا نظفر
بشوت المطلب و المرام و تسطير مستنده في سجل الصحة
بالتمام و من ولي العناية و التوفيق نستمد الهداية الي سواء

O.4a/4b الطريق/*



المرصد الاول

في تحقيق روية ما يقابل البصر علي سمت مستقيم و تسمي
بروية الاستقامة و ذلك في ستة فصول*

الفصل الاول في خواص الروية و هي ثلاثة عشر خاصة*
 (ا) انما يدرك الرائي المرئي بساير اوصافه الدقيقة التي يسميها
 ارباب هذا الفن المعاني و باجذايه الممكنة الروية اذا كان
 بينهما بعد يسير كشير مثلا و نختلف هذا البعد بحسب
 المعاني المطلوب ادراكها من المرئي و لنسمه و ما قاربه
 البعد المعتدل فلا تتميز تلك المعاني بجملتها اذا كان البعد
 بين الرائي و المرئي اكثر من ذلك و كذلك يعسر تمييزها
 متى كان البعد بينهما اقل من البعد المعتدل و لنسم كلا من
 هذين البعدين بالبعد المشرف و يسمي بالبعد المتفاوت
 ايضا*

ب) انما يتعلق الادراك بالاشياء المدركة بحاسة البصر اذا كانت في مقابلته و علي سموت خطوط مستقيمة اعتباره باتخاذ انبوبة اسطوانية ليس طولها باقصر من ذراع و سعتها ليست باعظم من قدر محجر العين و تكون في غاية الاستقامة مقعرا و عند الاعتبار نخط في سطح حايط يقابلنا / دواير متوازية قطرا اصغرها قدر قطر قاعدة فضا الاسطوانة ثم نبعد عن الحايط مسافة لا يشتهه ادراك الدواير منها و نطبق فم الاسطوانة علي محج العين و نحاذي بفمها الاخر الدواير الي ان نري منها دايرة بجملتها فنامر من يطبق صفيحة علي فم الاسطوانة شيئا فشيئا فنري الدايرة المرية قد استتر منها شئ فشيئ بتلك النسبة ثم نمد قطعتين من الشريط الرقيق¹ علي فم الاسطوانة الذي في جهة الحايط متقاطعين علي المركز كقطرين و ليتقاطعا علي قوايم و نخط في الدايرة المرئية بجملتها في الحايط قطرين يشابه وضعهما فيها وضع الشريطين من فم الاسطوانة و نعيد نظر الاعتبار و لا نزال نحرك الاسطوانة الي ان يقع انطباق القطرين الانبوبة علي مشبهيهما من الدايرة فنشاهد انطباق

S.3b/4a

قطري / الشريطي علي قطري الدايرة بجملتهما و المحيط

O.4b/5a

(1) الدقيق S.

علي المحيط و التقاطع علي التقاطع و ان تزحزح احد
 الاوضاع تزحزح الباقي بنسبتهما و مع هذا كله فلا نري
 بهذا الوضع من فضاء الاسطوانة شيئا مما خرج عن الدائرة
 المرئية و من يكون الامر كذلك الا اذا كان الابصار علي
 سموط خطوط مستقيمة و لا يخفي ان انطباق مقدار فم
 الاسطوانة علي دائرة اعظم مقدارا منها ليس بقادح في
 استقامة الاشعة الواردة الي البصر علي صورة المخروط*

ج) المضيئات الذاتية و ما اشرق عليه ضوءها فاضا بالعرض
 و لو كان ضوءها ضعيفا فان البصر يدركها و لا يدرك
 المظلم الصرّف*

د) كل ما كان له مقدار كان مدركا بالبصر الا ما صغر
 جدا و علم وجوده بالدليل الصحيح كانسان عين البعوضة
 تنبيه ادراك الاشياء الصغيرة من بعد واحد معتدل
 لابصار مختلفة يختلف باختلاف قوي ابصار الرائي*

ه) الكثيف و ما غلظ من المشفات يري و اللطيف المطلق
 كالهواء الصافي لا يري و كلما كان ممسا للبصر من مشف
 لا يري كالماء الصافي للمغمش فيه فانه لا يراه قاعدة كل
 كثيف فله لون ما*

و) اذا وقع في بعد مشرف واحد جسمان مرئيان مستويا
 الحجم فروي احدهما و لم يرا لآخر فاننا نجد المرئي منهما

S.4a/4b اما اشد اشراقا من الذي لا يري لونا او اقوي / اضاءة مما ليس كذلك*

ر) اذا كان جسمان متلونان بلون واحد وضعهما واحد وهما في بعد واحد مشرف و كان احدهما اكبر من الاخر فيحوز ان يكون الاكبر مرييا و الاصغر غير مرئي من ذلك البعد*

ح) الجسم المرئي من بعد معتدل يجمع اجزايه و معانيه التي في سطحه المقابل لجهة البصر كالنقوش الرسوم الغضور النقط اذا تباعد قليلا قليلا اختفي من تلك المعاني ادقها و اصغرها و اكملها لونا حسبها قرناه في تفاوت الادراك من الصفات ثم ما يليه في الوضوح و الجلا لعظم او اشراق

O.5a/5b لون و يتصاغر في ادراك البصري ان تختفي / ذلك المعني المرئي و تختلط صورة لونه بصورة لون ما هو اعظم و اوضح منه و ثم و ثم الي النهاية التي تقتضي خفاءه بجملة بالمرّة*

ط) هذا الجسم المرئي بساير معانية و اجزاية من البعد المعتدل اذا اتقارب تعاضم و تعاضمت اجزائه و معانية في ادراك البصر مع اشتباه و اختلاط في ادراكه الي ان ينقطع ادراكه اذا اتصل جرمه بسطح الحدقة*

(ي) صاحب الحدقة السالمة من العلة يدرك من المرئيات ما لا يدركه معتل العين و باختلاف العلل تختلف صفات الادراك و سيأتي تفصيله في اغلاط البصر*

(يا) الجسم اذا تحرك حركة متقدرة الزمان عند ذي البصر و هو في مقابلته فانه يراه و ما اشتدت حركته في الاسراع و لم تتقدر عنده فانه لا يراه و ان علم وجوده بالدليل كالبنفقة التي يعلم مرورها من مكان يمكن رؤيتها فيه لو كانت ساكنة او متقدرة الحركة اما بصوت مرورها او بتحقيق الرائي و سمعت توجه المرئي الممكن فيه الادراك*

(يب) الاشيا المدركة بحاسة البصر يكون بينها و بينه مسافة تنخرط فيها الاشعة المتوسطة بينهما فلا تكون تلك المسافة الاعلي شكل المخروط اعتباره ان نخط في سطح حايط دواير متوازية متعاضمة علي مركز واحد و نعمل صفيحة مستوية السطح بقدر اصغر دايرة من تلك الدواير ثم نجعل مركز البصر من احدي الحدقتين علي العمود القائم علي سطوح الدواير من مركزها و نضع الصفيحة بين البصر و الحايط بحيث يكون العمود مارا بمركزها و قائم علي سطحها فنراها تستر بحسب قربها من البصر سترت دايرة اعظم من الاولي و يكون نسبته قطر المستورة الي قطر الساترة كنسبة ما بين مركز البصر و مركز المنسترة من

العمود الي ما بين مركز البصر و مركز ساترتها منه و لن¹ تكون هذه النسبة كذلك الا اذا كانت الخطوط المستقيمة الواصلة بين محيطي الدائرتين مارة بنقطة واحدة اعني مركز البصر و هذه خصوصية الانحراط و لو كان المرئي شكلا غير مستدير و كان الساتر له شبيها به كان الامر كذلك و كذلك ان مال السطحان او احدهما الا ان مشابهة الشكلين تختلف في الثاني فقط و لا يخفي الاعتبار بقياس ما تقدم*

يج) من اصاب بافة في دماغه فانه يري الاشياء بخلاف الوانها التي هي موصوفة بها في نفس الامر و سيحي الكلام عليه في الاغلاط*

الفصل الثاني

في خواص الاضواء و كيفية اشرقها و ذلك في ثمانية عشر
خاصة*

(ا) الضوء لا يكون طولاً بلاعرض كالحظ و لا طولاً و
عرضاً بلا سمك كالسطح فلا تكون نقطة اي عديم الطول
و العرض بالاولي لانه ليس بجوهر اتفا قابل هو عرض فلا

بدله من / جوهر يقومه و يكون سريان الروح في الجسم و

S.4b/5a

الحرارة في الشي الحار و بناءعلي ذلكاننا اذا اطلقنا النقطة
المضية الذاتية او العرضية المرئيتين او شعاعاً مرئياً فاننا نريد
نقطة محسوسة و ان صغرت لا النقطة الهندسية و نعني
بالشعاع و الضوء الممتد ما كان كشعره دقيقه و ان تناهت

في الدقة حساً لا الخط الهندسي / و في اقامة البراهين لا نعني

O.5b/6a

الا الخط و النقطة الهندسيين و هذا من اصول المناظر التي لا

يجوز ان يغفل عنها*

ب) كل مضيء ذاتي فان ضوءه يشرق علي كل كثيف
قابله في ان واحد و ذلك امر مشاهد لا يدرك العقل و لا
الحس خلافة*

ج) الاضواء تشرق علي سموت مستقيمة في مشف الهواء
الخاص اعتبار ذلك ان نتامل في امتداد ضوء وارد من ثقب
الي بين مظلم فان كان الهواء متكدرًا بدخان او غبار فانه
يظهر للحس امتداد فيمكن اعتبار استقامته بمد خيط او
مسطرة صحيحة الحف في جهة امتداده ليعلم بها استقامة
اشعة سطحه و ان كان الهواء صافيا قطع في محل قريب من
الثقب بكثف بحيث يقع الفصل المشترك بين الظل و الضوء
علي حرفه ثم يقطع بكثيف اخر بقرب موقع الضوء من
الحائط المقابل و بمد الخيط المناسب الغلظ او المسطره من
حرف الكثيف الاول الي حرف الكثيف الثاني علي موازاة
الاشعة و في هذه الحالة يقطع الضوء بالكثيف في عدة من
المواضع فيوجد الشعاع علي سمت الاستقامة بين الحرفين
تنبيه هذا الحال يتم بهذا الاطلاق في مضي ساكن في الجملة
او بطي الحركة كشعلة السراج الخزف اما في المتحرك
كشعاع الشمس فينبغي ان يكون عند الكثيف الذي
بالقرب من موقع الضوء حافظ يحرك الكثيف بحركة
الشعاع لتتحرك المسطرة علي السمت كيف ما تحرك و

يبقي المعتبر في هذه الاحوال يقطع الشعاع بكثيف فيما بين
الكثيف الاول و الثاني ليري الفصل المشترك بين الضوء و
الظل وقعا علي المسطرة فيجزم باستقامة الامتداد و متى لم
يقم دليل علي الاننا او الانكسار جزمنا باستقامة كل
امتداد في مشف الهواء و كذلك يكون حال بقية الاشعة

لكل مضي / *

S.5a/5b

د) الضوء يشرق من كل جزو من اجزاء المضي لذاته و
المشرقة من الكل اعظم من المشرق من جزوءه و الذي
يشرق من جزو عظيم يكون اشد اضاءة من الذي يشرق

من جزوء اصغر منه و ليتعبر ذلك بالنظر في / تشكلات
القمر لنورية من الاجتماع الي الاستقبال و عكسه و في
شكله اوقات خسوفة و احيان كسوف الشمس و في مواقع
اضوايها في تلك الاحوال من الجدران فيظهر بالمشاهدة
صحة المدعي *

O.6a/6b

ه) ضوء الشمس الواقع من ثقب مستدير في حايط علي
حايط اخر اعظم من مقدار سعة الثقب من اجل ان الضوء
يرد من كل نقطة تتصور علي سطحها فيكون مخروطا فيما
بين الثقب و موقع الضوء و يكون اواسط موقع
الضوء اصدقه اضاءة و ما تباعد عن ذلك اضعف منه الي ان
ينتهي بالظل الصرف و اعتباره ان نخط علي سطح مستو

ابيض دواير علي مركز واحد اصغرها قطره قدر قطر الثقب و تكون متتالية قريبة من بعضها و نقطع امتداد الضوء بهذا السطح في عدة مواضع متتالية من الثقب الي موقع الضوء بالتدرج بحيث ينطبق محيط الضوء علي محيط واحدة من الدواير و بحيث ان يكون سهم الشعاع قائما علي السطح فنري الضوء اذا كان الصطح قريبا من الثقب علي دايرة قطرها اعظم من قطر الثقب يسيرا و اذا تباعد عن الثقب صار علي دايرة اعظم من الاولي بالتدرج و يكون اصدق الضوء ما وقع علي الدايرة المساوية القطر لقطر الثقب و يكون ماوراها اضعف من ذلك الي نهاية الضوء بوجود الظل الخالص و اذا ستر بعض الثقب استر بحسبه بعض الضوء الواقع و ضعف عن صورته الاولي تنبيه ينبغي في هذا الاعتبار كون سطح الثقب الواج منه الشعاع قائما علي سهم الشعاع ايضا و لا يخفي علي من له دربة في جزيتات الهندسة كيف يجعله في لوح يمكن تحريكه علي الوضع المطلوب و قب الاعتبار و الاحساس بانحراط الضوء في هذه المسافة القريبة يقتضي ان جرم الشمس عظيم جد الزيادة بعدها عن مركز العالم و من ثم امكن معرفة قطري النيرين بالالة المعروفة بذات الشعبتين و ان اعتبارنا ذلك / بشعلة / نار اعظم من قدر الثقب ليلا لكان

S.5b/6a

O.6b/7a

الانحراف بحسب عظم جرمها و يكون الاعتبارات علي اسلوب واحد لا اختلاف فيه حاصل الاعتبارات اننا نجد الضوء الواقع علي الحايط يضعف اذا سترنا بعض الثقب و كلما سترنا موضعا اعظم زاد ضعف الضوء الباقي*
 (و الضوء يشرق من المضي اشراقا كريبا بل الاشراق الكري من كل نقطة من نقاطه و لو لا ذلك لما عم ضوءه الجهات التي تقابله و بنا علي ذلك يتصور من كل نقطة صدور الاشعة الكرية فتكون جملتها ممتدة علي الاستقامة فيتقاطع بعضها و يتوازي بعضها و يتباعد بعضها علي معرفة ذلك وضح مسايل عدده من هذا العلم و ليكن لبيان ذلك و قبله اب ج جرم الشمس و نقطة ب قطب القطعة التي يرد منها الضوء الي ثقب الاعتبار و ه د قطر الثقب و، ر مركزه و ليكن نقطة د في جهة ا و نقطة ه في جهة ج¹ ثم ليكن ح ط علي الحايط الذي يقع عليه الضوء و نفرض خطا يماس دايرة اب و ليماسها علي ا و يمر بنقطة د و يقع من الحايط حيث وقع و اخر يماسها علي ج و يمر² بنقطة³ ه، و يقع علي الحايط كيف اتفق فنقطتنا اج حدان

1، ب s.

2، يلاتي s.

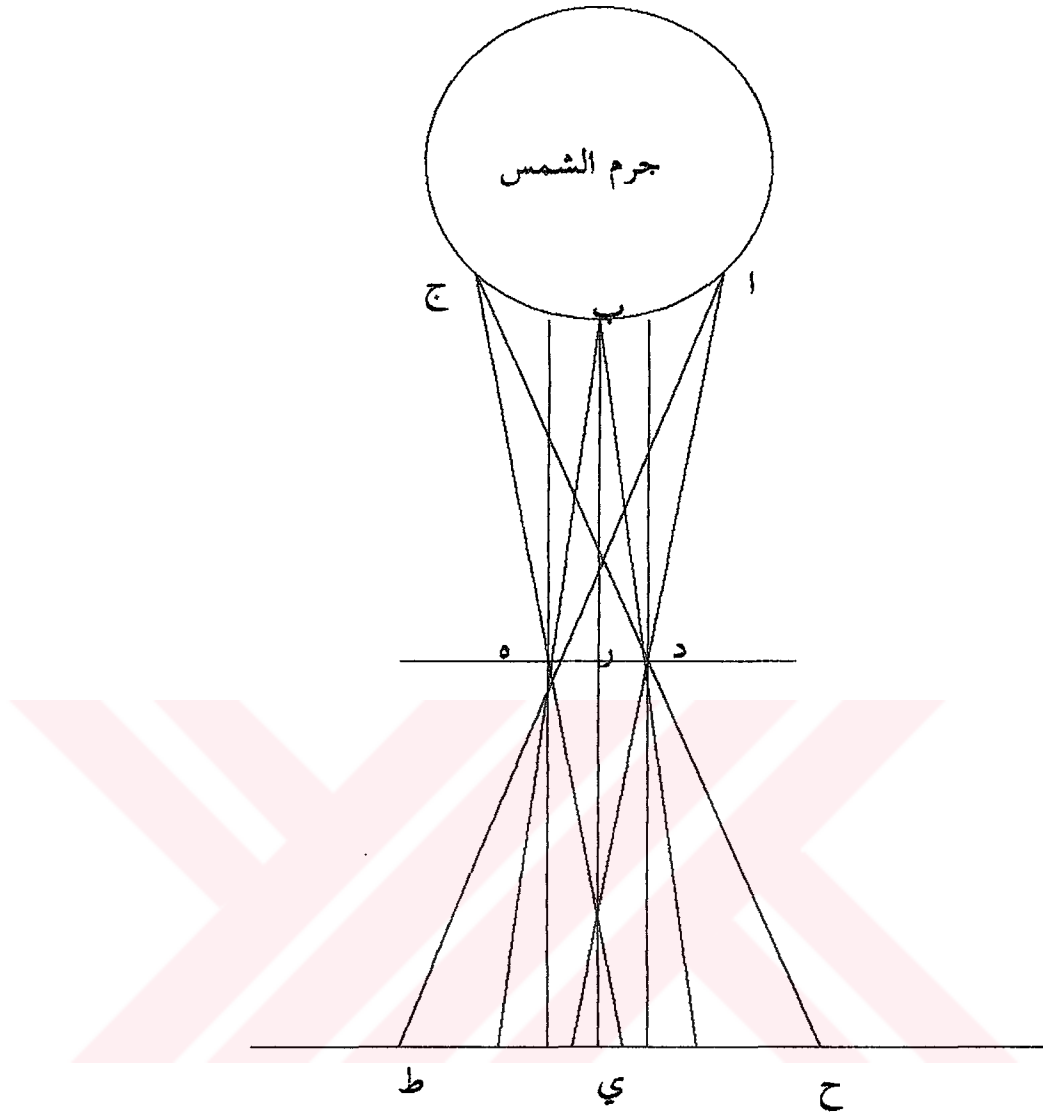
3، نقطة s.

لقوس اب ج لا يجوز ورود الضوء هما وراهما علي
الاستقامة الي ثقب ده ثم نفرض خطا بماس قوس ب ج
حيث امكن و يمتد علي نقطة د و يقع من الحايط علي ح و
مثله علي ه وليقع من قوس اب حيث اتفق و يلاقي الحايط
علي ط فنقطتا ح ط حدان لا يصل الي ماوراهما شعاع
دايرة اب ج ثم نصل ب ر، و نخرجه الي نقطة ي من ح
ط ثم نخرج من كل من نقطتي ده في الجهتين خطا يوازي
خط ب ي و يلاقي خط ح ط و كذلك نصل ب د ب ه
و نخرجهما الي ح ط فان كان خط ب ي عمودا علي خط
ح ط فهو ينصفه و تتساوي المثلثات النظاير و ليكن كذلك
ثم نقول يتوهم ثبات ب ي و دوران خطوط الحدود دورة
كاملة يصير شكل اد ه ج مخروط الضوء الوارد الي الثقب
و يبقي د ه ح ط قطعة من المخروط / الصادر عنه الي سطح
الحايط فيكون لثقب ده من اشعة قطعة اب ج نصيب من جميع الاشعة
المتقاطعة داخل قطعة مخروط اد ه ج، و يكون نصيبه من المتباعدة ما كان
بتباعده عند ملاقة ده قدر / ما يقتضيه الولوج فيه و لا يكون له نصيب من
الاشعة المتوازية الصادرة من جملة القطعة الا مما صدر عن قطعة عن جنبي
ب وترها قدر قطر ده فلذلك¹ يكون اصدق الضوء

S.6a/6b

O.7a/7b

1) فكذلك S.



ما كان بين المتوازية حولي، و اضعف منه ما وقع
 وراموقعهما بين متبايدي ب د، ب ه هنالك و اضعف من
 ذلك كله ما كان واقعا ورا موقع المتباعدين بين متلاقي ج
 ح، اط، و كلما كان الثقب اوسع كان نصيبه من اضافة
 الاشعة اقوي و اعظم خصوصا ما يصيبه من المتوازية و هذا
 الاصل يندفع به شبهات كثيرة من مسايل هذا الفن
 فليحفظ و قد عقده الحكماء رسالة مستقلة لقبوها بالظل و
 الظلمة لكنهم جعلوا ده كثيفا يقع ظله علي ح ط فكان
 الحكم بعكس ما حكمنا به لعكس الموضوع و بكل من
 هذه الاعتبارات فلو لم يكن الضوء واردا من جملة السطح
 المقابل و ساير نقاطه و لم يكن مشرقا اشراقا كريما لم
 تتحقق هذه الاحكام حسا و ذلك ما رمناه*

اعتبار اخر لنعمل علي فم الانبوبة الاسطوانية صفيحة
 محروقة خرقا يطابق ذلك الفم و نلحمها عليها و نثبتها علي
 وضع ما و نوجد شعلة نار كبيرة في جهة الصفيحة و ننظر
 / موقع الضوء النافذ من فم الانبوبة الاخر فيكون امتداده
 مم قابل الفم من النار علي سموت مستقيمة¹ و هو قدر /
 قطر الفم تقريبا فتحرك النار تحريكا لا تخاز به بجملتها عن

O.7b/8a

S.6b/7a

1) مستقيم S.

مسامته الفم فمادامت هذه المسامته موجوده لا نجد للضوء الواقع من الفم اختلافاً و كذلك لو فرضنا الشعلة ككرة و حركنا الانبوبة علي سموت اقطار خارجه من الكرة لوجدنا الامر كذلك و هو دليل علي الاشراق الكري و علي اشراق الضوء من جملة الجرم و من جزو من اجزائه و ان قطعنا فم الانبوبة بكثيف شيا فشيا ظهر لنا ان المشرق من الكل اعظم من المشرق من الجزو و ان المشرق من جزوء عظيم اقوي من الذي يشرق من جزو اصغر منه و هو المطلوب*

تكميل لما كانت العلة في انخراط الضوء بعد النفوذ من الثقب هي ورود الاشعة من جميع جرم المضي و من كل جزو من اجزائه كان الانخراط لازماً ايضاً و اخذاً الي التعظم فيما اذا كان قطر المضي قدر قطر الثقب او اصغر منه بضرورة اختلاف جهتي ورود الاشعة الي الثقب و صدورها عنه كما يشهد بذلك وضع خطوط تشابه وضع هذه الخطوط السابقة في مثل ذلك و انما تتعين المقادير في الارصاد بتحقق الابعاد كما لا يخفي*

(ر) الضوء الوارد من المضي ماهية بسيطة واحدة ليس لها اجزاه بالفعل و لا مركبة من خطوط شعاعية هندسية لما مر من ان الضوء لا يكون لذلك¹ و

1) كذلك s.

لما ان النقاط الهندسية لا يتركب منها شي بالفعل للحزم بتداخلها عند فرض ذلك و مهما فرضناه من النقاط و الخطوط فهو كفرض الجسم التعليمي و هذا اصل كبير تجب ملاحظته في الرياضيا مطلقا و الاوقع الخبط فلذلك² يجب ههنا ان نلاحظ كون الضوء ماهية واحدة بسيطة*

ح) الاضواء الذاتية كلها اذا تجزا مصدرها حصل لها ضعف فقط و لم يبطل شي من خواصها ابدا و هو ثابت بالاعتبارات السابقة و لنسم هذه الاضواء الاضوا الاول و هي اول مراتب الاضوا واقواها*

ط) الكهوف التي لا يدخلها ضوء الشمس الاول نهارا و كذا الابنية تكون / مضيئة و عند طلوع الفجر الصادق كذلك يكون الجو الجدران مضيئة و كلما زاد ارتفاعا زاد الضوء وضوحا فبقياس استضاءه الاخنه و الابخرة و ادراك الضوء عليها نجزم بان كرة البخار استضات بالضوء الاول من الشمس لعلوها قبل استضاءة الارض و صدر عنها ضوء اخر اضاء به الجدران و كذلك نجزم بان سطح الارض و الجدران المقابلة لضوء الشمس نهارا لما استضات بالضوء الاول صدر عنها اضواء اضايها بواطن الكهوف

O.8a/8b

الابنية اعتبار ذلك ان نتخذ بيتا و لنسمه بيت الاعتبار ليس فيه منفذ سوي بابه و ثقب صغير في جهة اشراق الشمس بحيث اننا اذا دخلنا و اغلقنا الباب و سردنا الثقب صار مظلما فاذا فتح الثقب و دخل ضوء الشمس وجدنا الضوء

قد وقع علي الارض / او الحايط المقابل فاضاء موقعه و S.7a/7b

استضاء البيت باجمعه بضوء اخر اضعف من الاول فاذا اخذنا جسما اجوف مستطيلا واحد فيه مسدود و لقينا بقمه الاخر الضوء الداخل بحيث لا ييقي منه شي خارجا عن جوف هذا الجسم يطلت استضاءة البيت الاما لعله يكون مقابلا للقم الذي لقينا به الضوء و اذا رفعناه عادت الاستضاءة فعلمنا ان الضوء اذا وقع علي كثيف اضاء و استضاء منه ما يقابله بضوء اضعف من الاول و نري هذا الامر مطردا في كل مضي ذاتي كالشمس و الكواكب و النار و في كل كثيف مستضيء و لنسم هذا الضوء و ما شابهه من الاضواء بالاضوا الثواني و هي اضعف من الاول بالذات و قد تضعف بعارض كمودة لون الكثيف الذي تصدر عنه و تقوي بعارض اشراق اللون و بياضه و لا تبلغ في القوة مرتبة الاضوا الاول*

ي) هذه الاضوا لها حكم الاول من الاشراق الكري علي كل كثيف قابلها و من الامتداد علي سموت خطوط

مستقيمة و ليست كالأضواء التي تعرض عن سطح صقيل
كالمرآة مثلا فان الصقيل يصدر عنه ضوءان احدهما يخص
جهة دون جهة و سيأتي الكلام عليه ان شا الله تعالى / في

O.8b/9a

المرصد الثاين و الثاني يكون من الاضواء الثواني اعتبار
ذلك ان ندخل بيت الاعتبار عند دخول ضوء الشمس من
الثقب و تضع في موقع الضوء صفيحة صقيلة مستقيمة
السطح من الفضة سعة سطحها اعظم من سعة موقع الضوء
بحيث تستوعب الموقع فنجد في عامه جدران بيت الاعتبار
ضوا مايلا الي البياض و اخر يخص جانبا من البيت قدر
موقعه قريب من قدر موقع الضوء الاول فاذا لقيناه بالجسم
الاجوف بطل الضوء الخاص و استمر العام فلو لم يكن
اشراقه كريا لما عم ما قابله و مع ذلك نجد الضوء ممتزجا
بالبياض لمشرة بياض الفضة و اذا رفعة الصفيحة بطلت
صفة البياض من الضوء العام و بطل الضوء الخاص و عاد
البيت مضيا بما كان قبل ذلك مضيا به و اما الامتداد علي
سمت الاستقامة فيعتبر يجعل بيت اعتبار اخر بخذاء الاول و
ينقب الخايط الذي بينهما في موضع غير موضع موقع
الضوء الاول ليتمد الضوء / الثاني منه فيعتبر امتداده علي

S.7b/8a

الاستقامة بما اعتبار به امتداد استقامة الاضواء الاول*

يا) هذه الاضواء الثواني يصدر عنها اضواء اخر لها خواص كخواصها الا انها بالذات تكون اضعف منها اعتبار ذلك ان ننظر في بيت الاعتبار الاخر فنجد بالضوء الثاني النافذ من الثقب واقعا علي ما يقابله و ذلك الموقع مستضى به و جملة البيت مضى بضوء عام ضعيف فنعتبر جميع خواصه بما اعتبارنا به الاضواء الثواني فنجدها مثلها ماعدا الضعف الذي قررنا و لنسم هذه الاضواء الاضواء الثالث و هلم جرا في تصور مراتب اخر بعدها من الروابع و الخوامس الي نهاية لاتدركها الابصار*

يب) الاضواء الاول تكون ذات الوان بصور مصادرها التي تجري مجري اللون تامل مواقع ضوء الشمس و القمر و الريخ و الزهرة و المشتري و قلب العقرب و الدبران و الشعري اليمانية كاف في ذلك لظهوره في الحس*/

O.9a/9b

يج) الاضواء الثواني تنقل لون الكثف المستضى بالضوء الاول و هو ظاهر للحس ايضا في جسم ابيض مستظل اذا قابله من بعد ليس بالمشرف جسم مستضى بضوء اول و هو ذو لون مشرق كاللون الارجواني و الفرفيري و الريحاني فانه يظهر علي علي الجسم الابيض ذلك اللون و نعتبر في بيت الاعتبار ايضا اذا كان مبيض الجدران بوضع اجسام ذات الوان مشرقة في موقع الضوء متعاقبه واحد

ابعد واحد فايها وضع وجدت صورة لونه علي بياض
حيطانه و كلما قرب الحائط من الموقع كان ظهور اللون
عليه اقوي و يعتبر ذلك بتقريب جسم ابيض من محل ذي
اللون الواقع عليه الضوء فيظهر عليه اللون و كذلك حكم
ساير الالوان المشرقة المعارضه للجسام*

يد) اللون المنتقل اضعف من الاصلي و كلما بعد ازداد
ضعفا و يكون الواقع علي الجسم الابيض الخالص اظهر من
الواقع علي المشوب و الملون و كلما كان اللون قريبا من
الظلام يتهافت في الضعف و ربما لم يدرك بالبصر*

يه) الاضواء تنقل صورة لون الشفاف النافذ منه ايضا اذا
وقع ضوءها علي كثيف كما نشاهد صور الالوان جامات
الحمامات في الضوء النافذ منها الي ارض الحمامات و
كذلك الضوء النافذ من سطح شراب ذي لون في زجاج /
الي كثيف و كلما كان موقع الضوء اشد بياضا ظهرت
صورة اللون اكثر مما لم يكن كذلك*

S.8a/8b

يو) الاضوا الصادرة عن صقيل كالمرآة تنقل صورة لون
الصقيل ايضا اعتباره ان نتخذ مرآة من فضة و اخري من
ذهب و واحدة من نحاس احمر و نضعها واحدة بعد واحدة
في موقع ضوء بيت الاعتبار فيظهر اللون في موقع الضوء
الخاص من كل منها بحسب لونه حسبما ظهر من اللون

العالم و ان كان الموقع بعيدا قطعنا المشافة بكثيف ايض
 قريب فيظهر ذلك عيانا*

ير) انه يصدر عن مواقع الاضواء النافذه في المشفات و

مواضع / نفوذها منها اضواء ثانيه ايضا كما صدرت

O.9b/10a

الاضوا الثواني عن الصقيل ايضا و يعتبر بمشف ذي لون

بوضع في موقع الضوء في بيت الاعتبار المتقدم فيري ما

يقرب منه من الاجسام البيض مشوبا بلونه من جهات

متعددة غير جهة النفوذ حاصل هذه الخواص كلها اشراق

الاضواء في كل مشف بمفرده علي سموت مستقيمة و ان

كل نقطة من المضي ذاتيا كان او عرضيا فيشرق منها علي

كل خط مستقيم يصح ان يتوهم ممتدا منها في الجسم

المشف المبصل بها اشراقا كريبا اعني من جميع جهات

المستضي المقابله لسطح الكثيف و الي جميع ذلك السطح في

العرضي و ان الاضواء الثايه اضعف من الاضواء الاول

لانها بعض اشراقها و كذلك الثوالث اضعف من الثواني و

توجد صور الالوان ابداء ممتده مع الاضواء منتقلة معها و

يكون المنتقل اضعف من الاصلي و اذا اطرده ذلك علم انه

طبيعة للاضواء قويها و ضعيفها خيال يحتمل ان يقبل هوا و

الاجسام المشفه صور الالوان كما قبلت صور الاضواء

احضر الضوء معها او احضر*

يبح) وجود الاضواء شرط لظهور الالوان عند الحس لا لوجودها اعني انها لا تكون علة لوجودها بعد ان كانت معدومة و قد اعتقد قوم ان اللون لا حقيقة له و انه شي يعرض بين البصر و الضوء عروض التعاريج و هي الالوان التي لا حقيقة لها و يدركها البصر كالوان قوس قزح و الخضرة التي تري في ارقاب الحمام لان وجود الضوء في مثل ذلك شطر علة للوجود لا شرط في الظهور و ليس الامر كذلك في ساير الالوان لان التعاريج كما سياتي /

S.8b/9a

تكون بالانعكاس او الانعطاف و سياتي تحقيق احوالهما و كل من موقعي الشعاع الانعكاسي و الانعطافي له محل مخصوص لا يدرك الامنه و يتغير بتغير وضع البصر و المضي منه و لا كذلك بياض العاج و سواد السبح و حمرة الياقوت و خضرة الزمرد فانها ثابتة في كل الاوضاع علي نط واحد لا يتغير ابدا و اما حمرة الخجل فعلتها انتشار

الدم عند / حركة الروح حالة الاضطراب من فعل ما يستحي منه فيشف الجلد عنه فيظهر و لذلك يكون ظهوره في البشرة اللطيفة المشرقة البياض اشد من ظهوره في البشرة المتصفة بضد هذه الصفات و صفرة الوجمل بانحذاب الدم الي الداخل بواسطة الخوف فتخلوا عنه المواطن التي يشف الجلد عنها فهما لوان حقيقيان لان المدرك يراهم من كل

O.10a/10b

موضع و بكل ضوء و علي اي وضع كان البصر و الضوء
منهما و عروض الاختلاف الجزوي في ادراك الالوان المرئية
باختلاف الوان الاضواء منشوب الي صورةه لون الضوء و
ليس بمقتض لنفي حقيقة الالوان بقي الكلام في القدر
المشترك المسمي لونا و باختلاف و صفة تمايز الالوان ان
كان صفة حقيقة لذي اللون ثبت المدعي و ان كان لكل
جسم خصوصية تقتضي عند ظهور الضوء عليه وجود لون
له كان معدوما قبل ذلك كانت تلك الخصوصية امرا
حقيقيا و وصفا لذي اللون و هو الذي نعينه بحقيقة اللون
التي بها يتميز عن غيره هذا ما يقتضيه الانصاف في البحث
في هذا المقام و الله اعلم*

الفصل الثالث

في الخواص النسبيه التي تعرض بين البصر و الضوء و هي
ستة مقاصد*

ا) ان الابصار اذا شخصت و حدقت في النظر الي جرم
الشمس بعد ارتفاعها او الي مرآة صقيلة اشراقت الشمس
عليها و انعكست عنها الي تلك الابصار او الي جسم شديد
البياض مستضي بضوء الشمس تأملت منها ثم اذا انثنت
لتري غير ذلك في اماكن ضعيفة الضوء وجدت كان بينها
و بين تلك المرئيات حجب او ستورا و لا تدرك ما هنالك
من معاني المرئيات الابعد هنيه ثم تعود الي حالها بالتدرج و
يقرب من هذه الحالة التحديق في النار القوية او الي السماء
من ثقب واسع في بيت فنستدل بذلك علي تاثير الاضواء
في الابصار تاثيرا ما* /

O.10b/11a

ب) ان الابصار اذا حدقت في اخضر صادق الخضرة او
ارجواني او اصفر ناصع او ما شابه ذلك من الالوان المشرقة
حالة اشراق الشمس عليها ثم انثنت الي مبصرات بيض في

ظل وجدتها متلطخة باللون الذي حدثت فيه بل تجدد وضع
موقع اللطخات من عمود الشعاع اعني سهم المخروط في
الجهة التي كانت فيها حين حصولها بالتحديق في اي جهة
كانت*

(ج) ان الكواكب تري ليلا و لا تري نهارا و ما ذاك الا
لاستلاء اشعة الشمس علي الابصار فتعوقها عن ادراك
الكواكب و لذلك يري من في قعر بير مظلم الحيطان كل
كوكب سامت فم البير علي استقامة سمت بصره و نري
النار القوية ليلا ايضا تعوق الابصار القريبة منها عن روية
الكواكب و ان سترت النار عنها عادت الروية و كذلك
النار الضعيفة و القوية التي في بعد مشرف تري ليلا و لا
تري نهارا عند سطوح ضوء الشمس فنستد بذلك علي
تعويق الاضواء القوية للابصار عن ادراك بعض المبصرات
الضعيفة الاضواء*

(د) الاجسام الصقيلة التي علي وجهها نقوش ضعيفه او
دقيقة متي انعكس عنها الي جهة الابصار اشعة لم تدرك
تلك الابصار ما فيها من النقوش و اذا اميلت عن سمت
استقامة الشعاع المنعكس ظهرت النقوش و ادركتها
الابصار و كذلك الورق الصقيل المخطوط علي سطحه اذا
كان في مثل ذلك الوضع و قد مر انتقال صورة اللون من

الكثيف الي ما يقابله من جسم ابيض كاين في ظل و في هذه الحالة نري صورة هذا اللون المنتقل تنعدم اذا سطع علي محلها شعاع و كذلك الامر في منتقل من مشف متلون اذا قريبا من اللون المنتقل شعلة نار و يوجد لليراع و لا جزا بعض الحيوانات الجرية اضواء ليلا و تنعدم عند رويتها نهارا و عند دونها من ضوء سراج او ما شاكلة و حاصل هذه الخواص ان الاضواء القوية قد تختفي بعض المبصرات او بعض المعاني الكاينة فيها و ان الضعيفة قد تكون و سيله

الي ظهور بعض ما يبصر او بعض معانيه* / O.11a/11b

ه) بعض النقوش الدقيقة و الوشوم الضعيفة الاثر في سطح ليس بساطع اللون اذا كان بحال يخفي فيه عن ادراك البصر في الاذواء الضعيفة فانه قد يظهر في الاذواء القوية و حاصله

ان الاضواء القوية قد تظهر كثيرا من معاني المبصرات* / S.9b/10a

و) الابصار تدرك الالوان المشرقة الكاينة في اجسام كثيفة بالضواء القوي ادراكا اتم و اكمل و اشد اشراقا من رويتها في الاضواء الضعيفة بل انها تري كمدة في الاماكن المظلمة و يطرد ذلك في الجواهر المشفة ايضا و اذا قابلنا الاجسام المشفة المتلونة من جهة بضوء و من نظرتها بجسم ابيض فان كان الضوء قويا ظهرت صورة ذلك اللون في ظله و ان كان ضعيفا لم يظهر الا الظل فقط و ايضا فان الوان ريش

الطوا و ليس و الثوب المسمي ابوقلمون تختلف الوانها عند
البصر بحسب اختلاف الاضواء المشرقة عليها و بحسب
اختلاف اوضاع تلك الالوان و حاصل الجميع ان الصور
التي يدركها البصر من المبصر تكون بحسب الاضواء المشرقة
علي المبصر و علي البصر و علي الهوا المتوسط بينهما*



الفصل الرابع

فيما يحتاج اليه من تشرح الة الابصار في الانسان و هي العين و جرمها مركب من طبقات و اغشية و اجسام مختلفة و ذلك انه ينشا من مقدم الدماغ عصبتان مجوفتان متشابهتان من موضعين عن جنبي مقدم الدماغ و تنتهيان الي وسط ظاهر ذلك المقدم ثم تلتقيان فتصيران عصبه واحده جوفاء ثم نفرق هذه العصبه الي عصبتين جوفائين متشابهتين متساويتين تمتد كل واحده منهما الي مقعر محجر العين من ثقبين نافذين فاذا نفذت انتشرت و اتسعت و صار طرفها كالقمع و لو نه الداخلة مطوس بالوان تشبه التعاريج و يسمى بقوس قرح و كرة العين بجميع ما فيها مركبة / في ذلك القمع و ملتهمه بعزيتها و كل من العينين مركب من سبعة اجزاء اولها لحمه شحمية بيضا تملأ مقعر العظم و تسمى الملتحمة و ثانيها كرة مستديرة جوفاء سودا في الاكثر و زرقا و شهلافي في البعض و جسمها رقيق صفيق ليس سخيفا و محدها من الداخلة ملتصق

O.11b/12a

بالمتحمة و باطنها اجوف و علي سطح مقعرها شي يشبه
 الخمل و المتحمة مشتملة عليها ماعدا مقدمها و تسمى
 العنبية و لها ثقبان احدهما في موخرها ملتحم علي العصبه
 المتسعة كالقمع و الاخر في مقدمها و ثالثها غشا شفاف
 كالقرن الابيض و يسمى القرنية و هي تعطي هذه الثقب و
 جميع مقدم العنبيه و مقدم المتحمة / ايضا و رابعها كرة
 صغيرة بيضا رطبة متماسكة الرطوبة مع رقة و شفيفها ليس
 في الغاية بل فيها غلظ ما يشبه شفيفها شفيف الجليد و
 يسمى الجليدية و البردية ايضا و هي اول الات الابصار
 عرف ذلك بالقدح و اخراج الما الذي فوقها فانه يقتضي
 الابصار بعد ان لم يكن و هي مركبة علي طرف تجويف
 العصبه و ليست كرة تامة بل سطحها المقدم مفرطح شبيه
 بفرطحة العدسة اعني قطعة من سطح كرة هي اعظم من
 سطح كرة بقيتها و وضع سطح مقدمها مشابه لوضع ثقب
 العنبيه و خامسها رطوبة تملأ تجويف العصبه من وراء
 الجليدية شبيهة بالزجاج الدايب و يسمى الرطوبة الزجاجية
 و سادسها ما يحتوي علي غالب الرطوبتين الجليدية و
 الزجاجية و هو غشا رقيق شخيق جدا شبيه ينسج
 العنكبوت و يسمى بالطبقة العنكبوتية و سابعها رطوبة
 الجوفيف الباقي من مقدم مقعر العنبيه فيما بين سطح

S.10a/10b

الجليدية العدسي بالرطوبة البيضية هذا ملخص تشريح العين
اقول و ما نصوا عليه من مشابهة وضع ثقب العنبيه المماس
لمعقر قطعة الكرة من القرنية للسطح الظاهر من الرطوبة
الجليدية تقتضي كون مركزهما واحدا و ان هذه المركز لا
يتغير بتحرك جرم العين بجملة بالعضلات الميطها فحاصله /

O.12a/12b

ان العين مركبة من اربع طبقات في بادي نظر المشرحين من
الاطبا و هي الملتحمة و العنكبوتية و العنبيه و القرنية و
ثلاث رطوبات هي الزجاجية و الجليدية و البيضية و هذه

صورة تلك *

S.10b/11a

و مرققوا الاطبا جعلوا الطبقات سبعا الصلبة و المشمية و
الشبكية و العنكبوتية و العنبيه و الملتحمة و القرنية فانهم
راوا اختلافا في تلك الالة و في تركيبها اقتضي تمييز كل
منها باسم يخصه و انما لم نفصل ذلك خشية الاطالة مع
كونه قدرا زايدا علي ما نريده من هذه الرسالة و الله

اعلم *

الفصل الخامس / O.12b/13a

في كيفية الابصار و ذلك اربعة مقاصد*

(ا) قد مر ان اضواء الاجسام ترد الي كل جهة تقابلها فعلي ذلك اذا قابلها البصر و ردت الاضواء الي سطحه و قد علم ان من خاصية الضوء تاثيره في البصر فاخلاق ان يكون ادراكه للاضواء بما يرد منها اليه و تبين ايضا ان صور الوان الاجسام تصحب الضوء ابدا فاخلاق ان يكون ادراك البصر لكل لون بالصورة الواردة منه اليه مع الضوء*

(ب) طبقات العين المسامة لمقدمة مشفة متماسه و اولاهها اعني القرنية مماسة للهوا الذي فيه صورة اللون و الضوء من طبيعة الاجسام المشفة قبول صور اللون و الضوء و تاديتها اياها الي ما وراها و تلك الصور تنفذ في طبقات العين من ثقب العنبيه الي الجليدية فاخلاق ان تكون طبقاته انما خلقت مشفة لينفذ فيها صورة الضوء و اللون الواردة اليها و سطح الجليدية الظاهر لما كان مشابها لوضع ثقب العنبيه الذي هو دائرة مرتسمة علي سطح القرنية فكان السطحان متوازيان

و كان مركزهما واحدا فاخلق انها انما وضعت كذلك لتكون هي الة للادراك المودي اليها من ثقب العنبة*

(ج) البصر يحسن بالضوء و اللون الذين في سطح المبصر من الصورة الواردة منه اليه و نحن نشاهد ان الالوان التي تري منتقلة مع الضوء الي الاجسام البيض كلما كانت اقرب من مبيديها كانت صورها الحاصلة فيما يحاديها اقوي فاخلق انها اذا قريب من البصر فعلت في الجليدية مثل ذلك*

(د) اننا اذا نظرنا باحدي العينين فقط الي ضوء قوي زمانا ثم حولناها الي جسم اخر مسفر اللون وجدنا صورة ذلك الضوء فيه فان اغمضناها و فتحنا الاخري و نظرنا الي ذلك المسفر لم نجد فيه تلك الصورة و اذا اعدنا النظر بالاولي سريعا وجدنا صورة ذلك الضوء عليه / اضعف مما كانت

S.11a/11b

اولا مع ان صورة الضوء في تلك الحالة الراهنة ليست في مقابلة البصر ليدركها فنتحقق تاثر الجليدية بصورة الضوء و

نتحقق ان ذلك الادراك ليس بتاثر / العصبية المشتركة و

O.13a/13b

الالزم روية الصورة بالعين الاخري قال الحسن رحمة الله تعالي و قد شاهدنا من نظر الي قرص الشمس منكسفة نظرا طويلا باحدي عينيه فتمثلت له فيها تلك الصورة فكان كلما نظر بتلك العين الي موضع تمثلت له تلك الصورة فيه و سرت عنه من المرئي قدرها و بقي علي ذلك

الحال بقية عمره في تلك العين و لم يجد ذلك في العين
الآخري فكان الأشبه ان مثل هذا التأثير لا يتجاوز الجليدية
و مما يويد ذلك ان الجليدية ليست رطوبة صرفة و الاجلجت
بالنارا و صغرت فاننا نجدها بعد الشئ او الطبخ قد
تجسدت و تكلست و لم تصغر عن مقدار مثلها من عين
آخري لم تطبخ و نراها قد صارت جسدا ابيض شبيها
بالدماغ و نري الرطوبتين الباقيين قد جفتا او بقي منهما
يسر رطوبة مايعه و نري جسما عصيبا لطيفا و اصلا بينها
و بين العصبه المنتهية الي القمع و الجافية و قد تجد بعد ان
لم يكن كذلك قبل الطبخ و بعد ان لم نميزه عن الرطوبة
الزجاجة في الحس ذلك الوقت فاخلق بها انها مخلوقة من
لطيف جرم الدماغ و شفافه لا من رطوباته لتكون و اسطة
بين الروح الباصر الذي هو في غاية اللطافه و بين صور
الوان تلك الاجسام المحمولة بالاضواء اللطيفة فتكون الة
للروح شبيهة بجرم الدماغ الحامل للروح الباصر مرة و
بالاجسام المنتقلة عنها تلك الصور آخري فان الصور و
الاضواء لا تظهر الاعلي كثيف او غليظ في الجملة فلو لم
يكن لها بعض الكثافة لما صلحت لتلك الالية فهي جسم
لطيف قابل لارتسام الضوء فيه و ليعلم ان ادراك الحواس
الاربعة خلا حاسة البصر لما كان من مقولة الانفعال اجماعا

و كان صادرا عن مماسة المحسوس بنفسه و بالنظر الي
الكيفيات القايمة به لحاسني اللمس و الزوق و عن مماسة
الهوا المتكيف بكيفية الراجح بحاسة الشمس و بكيفية التموج
الخالص الحاصل عن الحركة الواقعة بين القارع و المقروع
او القالع و المقلوع لحاسة السمع ادراكا انفعاليا // قطعا
باجماع جماهر الحكماء و اساطينهم فاخلق بحاسة البصر ان
يكون ادراكها انفعاليا ايضا بورود تلك الصور المحملة
بالاضواء الي الرطوبة الجليدية و اذ قد تبين ايضا ان الالوان
تحملها الاضواء و تشرق بها في المشفات الي ما يقابلها مع
قطع النظر عن حصول البصر هنالك و تلك المشفات ممتدة
فيها الصور ابدا ففرض خروج الشعاع امر زايد لا حاجة
اليه و يتحقق ايضا من تالم العين بالاضواء القوية كون هذا
الادراك من قبيل الانفعال و ان لم تزعجها و تولمها الاضواء
اللطيفة لسهولتها علي الحاس بادمان ممرستها ثم ان
اصحاب التعاليم و ان كانوا قد حاز و اقصبات السبق في
ترتيب المقدمات و استنتاج النتائج في العلوم الرياضية و
الغوص علي درر بحارها العميقة الغور في ظلمات حجب
الطبيعة الشريفة و استخراج جواهرها الشريفة بتلك
المشاف الخارجة في جهة الشرف و العلو عن الطاقة
الانسانية متي انه حزم بعض المحققين بان اصول تلك العلوم

S.11b/12a

O.13b/14a

و مقدماتها قد ثبتت بوحى سماوي في مبادي تعاطي البشر لها و الافالعقول عن ادراك تلك الجمل في عقال و حصولها الشحص واحد و لو في زمن متطول . بمحض ادراك العقل امر محال فسبحان من صور فسوي و اعطي كل شي خلقه ثم هدي لكنهم لما كانت افكارهم بتحصيل تلك الدرر مستغرقة و انظارهم في جمع شتاتها متفرقة و وجدوا البصر يدرك المبصر و بينهما بعد و المتعارف في طريق الاحساس ان يكون بملامسة ما لا جرم انهم ظنوا ان الابصار لا يصح الايخروج شي منه الي المبصر فيلامسه فيحس به او ياخذ منه الصورة و يوديتها الي البصر فيحصل بذلك الاحساس به و اطرد معهم جميع مسايل المناظر بتوسط هذا المخروط الشعاعي بين المبصر والبصر فلم يلتفتوا كل الالتفات الي تمييز جهتي مبدية و انتهائه و لا الي اعتبار ذلك بقواعد العلم الطبيعي في كفيات احساس الحواس اذ لم يكونوا

بصرد تحرير حقايقه و تقرير مواده و دقايقه لا شتغال / O.14a/14b

افكارهم بما هواهم من ذلك و اصعب مسلكا و ادق مدركا و الافعند المناقشه لا نخفي علي كل عاقل انه ان

كان الابصار بشي يخرج / من البصر فلا يخلو من ان S.12a/12b

يكون جسما او لا فان كان جسما فيلزم منه اذا انظرنا الي السما ان نخرج من بصرنا جسم يملا مسافة قريه من نصف

العالم و لم ينقص منه شي و باغماض البصر اما ان يضمحل او يرجع الي موضعه في لمحة الطرف و عند النظر الي السماء اذا دار الناظر علي عقبه دوره كامله يلزم ان طرف ذلك الجسم المتصل باحد الكواكب الثابتة يتحركة علي تلك المسافة كلها فيقطع محيط فلك الثوابت بحركة في دقيقة واحدة و هي امور في غاية الاستحالة و الشناعة و ان لم يكن جسما استحال الاحساس بواسطته من غير تلبس بجسم فان الاحساس انما هو للجسام ذوات الحيوة و ليس هذا الخارج امرا ثابتا بعلم يقيني بل بمحض ظن تبادرت اليه الافكار قبل التدبر و الاختبار و مع ذلك فلم يلزم من هذا الظن خلل في المسائل التي فرعوها عليه و لا فيما اثبتوا به خواص الاشعة المتوسطة بين البصر و المبصر من الدلائل التي وصلوا بها اليه لاجماع الفريقين ان الابصار بتوسط مخروط شعاعي بين الرايي المرئي لكن اختلفت فيه اقوالهم نظرا الي المبدأ و المنتهي كما مر تقريره و ليس بامر سهل فوجب لذلك علينا تحريره و تعين تحبيره و تسطيره و اما ما اشارا اليه الفارابي من الجمع و التوفيق فهو في الحقيقة تفريق و تحمييق و كلام اهل الاشراف في هذا المقام ككلامهم في غيره دعوي بغير دليله و اسناد بلا تعليله و الله الموفق للصواب*

خاتمة لهذا الفصل و هي تشتمل علي اربع مسائل يندفع بها شبهات كثيرة*

ا) فيها جواب سوال مقدر ليس قبول الاجسام المشفه صور
الاضواء و الالوان قبول انصباغ و استحالة بل قبول تادية
علي سموت مستقيمة فصور الالوان و الاضواء المبعدة
المختلفة الممتدة من محال مختلفه الي جميع ما يقابلها متقاطعة
كانت او متوازية متمايوة مبداء و انتهاء و لا تمتزج في
المشف المتوسط بين الضوء و موقعة المتصل بهما و لا تظهر
الالوان في ذلك المشف كما لا تظهر علة الاضواء
الابتوسط كثيف اعتباره بيتين مظلين بينهما حائط ثقب في

موضع واحد و وسع من الجهة الاخري جدا ثم اننا / اذا
وضعنا في الجدار المقابل للثقب سرجا متعدد متفرقه مضية
ظهر في الجدار المقابل للثقب من الجهة الاخري بعده تلك
السرج مواقع اضواء في الحايط و اذا ستر احدها انعدم
الضوء من موقعه المقابل له علي السموت المستقيم و اذا اعيد
فلو كانت تمتزج لامتزجت في فضاء الثقب ثم لم تتمايز
بعد النفوذ و كان موقعها واحدا ثم اننا اذا جعلنا بين
الثقب الاخري ظهر عليه اللون في موقع ضوية و لم يتغير
لون موقع غيره اصلا فاذا وضعنا / جامه اخري حمرا بين

O.14b/15a

S.12b/13a

السراج الاخر و الثقب راينا لونها في موقع ضوء ذلك السراج و لم يتغير ضوء موقع ماداه من المنكشف و المقطوع بالجامة الاولي مطلقا فلو امتزجت الالوان في مشف الهوا المتوسط بين السراج و الكثيف الابيض الواقع عليه اضواءها لامتزجت في الثقب و لم تتمايز بعد ذلك و كانت لونا واحدا او شاب لون احدها لون الاخر شوبا ما* (ب) ليس قبول مشف الجليدية للصور كقبول بقية الطبقات و ساير المشفات لانها لتهيويها للاحساس بهذه الصور تقبلها قبول احساس و قبول شفيف و لذلك تتامل من الانفعال بالاضواء القوية و فيها قبول الانطباع و الانصبغ لمكان الاحساس و هو مما يزول بزوال مودية ما لم يفرط من ضوء قاهر كضوء النير الاعظم فيحدث فيها كثافة و صبغا ربما يبقي و ربما عمتها الكثافة فاعمتها كما تقرر في احوال القصاص من اخذ نور الحدقة مع بقاء جرمها بان تفتح في مقابلة الشمس او في مقابلة شعاع مرآة مقعرة فانه ابلغ لاحراقف و يستديم ذلك زمانا معلوما فيحصل ذهاب البصر جملة واحدة لان الحرارة قطبها فتصير حصية كما نشاهدها صارت كذلك من الروس المطبوخة و المشوية و كما تفعل الحرارة في بياض البيض فسبحان القادر القاهر و

كما تفعل الحرارة في بياض البيض فسبحان القادر القاهر و
 اما بقية المسفات فلا تقبل الانصباغ بالوان الاضواء مطلقا

و قد تقدم اعتباره و هو امر محسوس* /

O.15a/15b

ج) المعاني المدركة بالحس انواع كثيرة شملها بالاستقرا
 اثنان و عشرون مقالة و هي الضوء و اللون و البعد و
 الوضع و الجسامة و الشكل و العظم و التفرق و الاتصال و
 العدد و الحركة و السكون و الخشونة و الملاسة و الشفيف
 و الكثافة و الظل و الظلمة و الحسن و القبح و التشابه و
 الاختلاف*

د) لا يتم الابصار علي سموت خطوط مستقيمة بعد نفوذ
 الضوء من الطبقة القرنية الا من شعاع واحد هو سهم
 مخروط الضوء الوارد بالصورة و يكون لبقية الاشعة هنالك
 انكسار يسميه ارباب الفن بالانعطاف و سياتي مسايله

علي اوضح بيان انشا الله تعالى* /

S.13a/13b

الفصل السادس

في اغلاط البصر اعلم¹ ان العلل التي اجزاها الحق سبحانه
لادراك البصر المبصر علي ما ينبغي له تسعة اولها البعد
المعتدل و تكون بالنظر الي الاغلاط عشرة*

ا و ب البعدان المشرفان، ج الوضع، د الضوء، ه المقدار، و
الغلظ، ر توسط المشف بينهما، ح صحة الة البصر، ط
الزمن، ي التفات النفس المدركة*

اما الاول فهو كون البعد مسرفا في القرب كان يكون بين
البصر والمبصر عرض شعيرة او شعرة مثلا*

الثاني ان يكون البعد مسرفا في تباعده بالنسبة الي المرئي
اعني ان يكون البعد فرسخا و المرئي عصفورا لانه معتدل

بالنسبة² روية الجبل العظيم فان المعاني المطلوبة من رويته
تجسمه و شهوقه تحادييه و وهدهته لاغير*

الثالث الوضع المحصوص بين الرائي و المرئي حالة الابصار*

1) ليعلم s.

2) yok s.

الرابع اشراق الضوء علي المرئي و ان لم يكن البصر في محل اشراقه*

الخامس كونه ذا مقدار من الحجم صالح للشخص للرؤية*
السادس كون المرئي غليظا اما الغلظ في الكثيف فظاهر و
اما في المشفات المرئية فبكونها اشد قواما من المشف الواقع
فيه البصر و لم اغير بالهوا يشمل الناظر في الماء / و هو
منغمس فيه فانه يدرك الكثيف و ما كان اشد غلظا من الماء
كالبلور الصافي و نحوه*

O.15b/16a

السابع توسط المشف اعني بين البصر و المبصر لا يقال
اطراد الوجد عند الوجود لا يقتضي الجزم بالعدم عند العدم
و قد كان الخلا عندهم محالا فبائي استقراء كان ذلك علة
او شرطا لانا نقول قد تقرر ان الضوء عرض و محتاج الي
المقوم و الخلا عدم و العدم لا تقوم له فضلا عن ان يقوم به
عرض فلا بد من توسط المشف*

الثامن صحة الة البصر و ذلك لانها اذا فسدت ارتفع
الابصار بالكلية و ان طرفيها بعض العلل كامتلا الاوعية
بالابخرة الغليظة او الابخرة المتلونة بشي من الاخلاط اقتضي
ذلك خلافي الابصار كما سياتي*

التاسع كون الادراك في زمن متقدر يمكن فيه استقرار
صورة المرئي عند المدرك*

العاشر توجه النفس الناطقة الادراك فكم من ذاهل او غافل
او نايم مفتوح الحدقة اذا سيل عن امور / مرت من مقابلة
بصره انكرها اذا تقرر ذلك و علمت هذه العلل فان احدها
اذا خرج عن اعتداله وقع الغلط بحسب ذلك الخروج
فلزتب خروج كل من هذه العلل علي ترتيب المقالات
فنقول*

S.13b/14a

ا و ب) اشراف البعد ففي جانب زيادة البعد يقتضي في
مقالة الضوء روية جزوة النار و الشهاب النيرن كوكبا و
عدم روية ما هو موجود من ذباله سراج و نور يراع و
روية الشي المكلي بالذهب الصقيل نارا تناجج¹ امثال
ذلك لاشتباه تلك الاضواء اشتباها لا تدرك النفس تميزه
و اشرافه في جانب القرب في ساير المقالات يقتضي كبر
الحجم لاتساع زاوية المخروط ثم ان تلك الزاوية ربما
كانت اوسع من الزاوية التي تقتضيها ثقب العينية عند
سطح الجليدية كلها فيشتبه علي المبصر ما جاوزها بل يخفي
و يختلط الاضواء الالوان و التشكلات و معاني بقية
المقولات*

1) تاجج s.

و في مقالة اللون يري الجسم الذي نسج من سدا ذي لون
 و لحمة من لون غيره او المحظط بالوان دقيقة / متقاربة **O.16a/16b**
 متلونا بيلون واحد مركب منهما و يري ما لالون له
 كالسماذ ذا لون و سببه عجز القوة عن التمييز كما يري
 لطخة السواد في السطح الابيض كوة نافذة الي محل مظلم
 و كما يري الدكنة الواقعة علي ذلك السطح اذا اشرفت
 عليه الشمس ظلا و عكس ذلك اعني روية الكوة المظلمة
 و الظل لطخة سواد او دكنه*

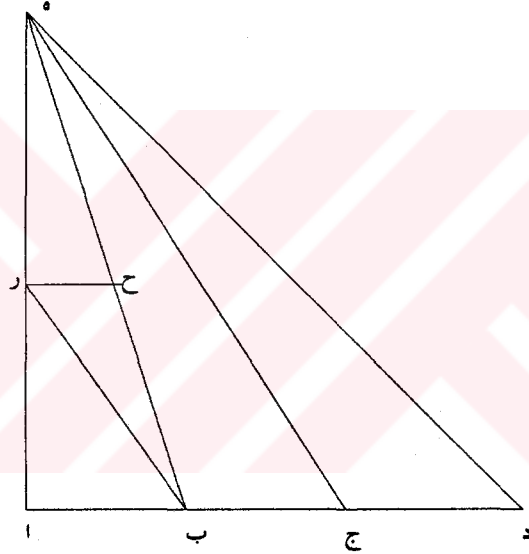
و في مقالة البعد يري المتباعدين جدا كالزهرة و الدبران
 متقاربين جدا او متلاصقين و بينهما الوف فراسخ لان
 المتواسط بين البصر والمبصر مشفات و ابعدها تتداخل و
 تندرج فان البصر لا يشخص بعد المبصر الا اذا كان بينه
 بين البصر اجسام كثيفة متتالية الاقدار و لو اجمالا و هذا
 بعينه خروج الوضع عن الاعتدال في مقالة البعد فان
 الشخصين المتباعدين الذين وضع تباعدهما قريب من
 سمت سهم المخروط يكون زاوية البعد المرئي بينهما اصغر
 من البعد الحقيقي الواقع بينهما الي ان يقع المحاذاة و يحجب
 احدهما الاخر فلا يفيد قيامها علي الكثيف المتقدر شيا
 لان الوقوع في سمت سهم المخروط يقتضي الاشتباه و
 التداخل في الابعد*

و في مقالة الوضع يري السطح المائل الي جهة او خلافها
مواجهها اي يظن قيام سهم مخروط الضوء الذي به الابصار

/ علي وسط سطحه و سببه اندراج البعدين*

S.14a/14b

و في مقالتي الجسامة و العظم يري اقرب المتساويين اظم
من الابعد فليكن لبيانه مقادير اب، بج، جد من خط اد
متساوية و مركز البصر ه، و اقربها منه اب نقول فاب
ييري اعظم من بج و بج ييري اعظم من جد برهانه اننا



نصل ه ا، هب، هج، هـد ونخرج من ب خط بر يوازي
جه فتكون نسبة اب الي بج كنسبة ار الي هر و اب، بج
متساويان و بر اعظم من هر فزاوية ره ب اعظم من زاوية
ره ب اعني مبادلتها و هي بهج / فاب ييري اعظم من بج
و بج ييري اعظم من جد. يمثل هذا البرهان فاب ييري اعظم

O.16b/17a

كثيرا من جد و ذلك ما اردناه و لو اخرجنا خط رح موازيا لخط اب لكان اقصر من اب بل نصفه لان نسبة هر الي اه كنسبة رح الي اب و هر نصف ها فرح نصف اب و هما مرتبان من زاوية واحدة فيتساويان في الروية واحدهما نصف الاخر و كذا لو كانت النسبة خمسا او سدسا لساوي الشئ¹ خمسة او سدسه في تلك الزاوية هذان كان المريتان حطين فان كان سطحين و قطر احدهما نصف و ان كان ربعا كانت ربعه مثناه بالتكرير و مع ذلك يتساويان في روية البصر و يخفي ان نسبة المجسمات الي بعضها مثلثه بلاتكرير ففي كونه نصفا تكون النسبة نصف نصف النصف اي ثلثا و كونه ربعا تكون النسبة نسبة واحد من اربعة و ستين اعني ربع ربع الربع و جرم الشمس قدر جرم القمر في الروية و الحال ان نسبة جرم القمر الي جرمها اصغر من نسبة الواحد الي عدة الوف و كذا لا يري الصغير و لا القصير فيظن بهما العدم و سببه ضيق الزاوية بحيث يكون موقع ساقى مثلث مخروط الروية من / سطح الجليدية كاصغر النقاط الحسية التي تختفي من البعد المعتدل*

S.14b/15a

و في مقالة الشكل يري الاسطوانة الطويلة جدا اذا قرب احد طرفيها من بصره شكلا مخروطا بحسب طوله و سببه روية البعيد صغيرا او معدوما و يري كلا من المقعر و المحذب سطحا مستقيما و سببه اندراج الابعد كما مر و ينظر السطح المستقيم سوا كان مدورا او مربعا او غيرهما من الاشكال خطا مستقيما اذا كان احد اقطار السطح منطبقا علي سهم المخروط الذي به الابصار و يري الحلقة المجسمة و الكونيا من هذا الوضع قضيبا مستقيما و سببه اختفاء تلك المعايين لكونها بجملتها في السطح الذي فيه سهم المخروط و لا يميزها في مثل ذلك الا تشخيص الابعاد و هذا الوضع يقتضي اندرجها/ لا تشخصها و اذا كانت المضلعات في الوضع الذي يقتضي الشخص ايضا فرمما رويت ايضا مدورة و سببه ان زواياه بالنسبة الي جملته صغيره و قد تقرر ان الصغير يختفي قبل الكبير فهذا البعض يقع اختفاؤه قبل الكل و هذا الشكل عند عدم تلك الزوايا بالفعل يكون مستديرا فلذلك يري من البعد المشرف مستديرا*

O.17a/17b

و في مقالتي الاتصال و الانفصال يري الجسم المطصل الملون باللوان كمودة و هو مخطط بخطوط طولية مشرقة الالوان منفصلا و يري المتفرقات من الالواح المصفوفة

صفا متلاصقا جسما واحدا و سبب الاول شبه الالوان
المشرقة بالفضا و سبب الثاين خفاء المسافات التي بين تلك
الالواح المتلاصقة من بعد لا تختفي فيه الجملة و يدخل في
ذلك مقالة العدد*

في مقالتي الحركة و السكون يري المتحرك في الحقيقة
كاحد الكواكب ساكنا فيما بين مسافتين قطعهما حالة
التحديق و سببه صغر نسبه وترا القوس التي قطعها حينئذ
بالنسبة الي ساقى مثلث الزوية بحيث لا يكون لها عند
الحس نسبة اصلا و سياتي الكلام علي روية الساكن
متحركا في محل انشا الله تعالى*

و في مقالتي الخشونة و الملاسة يري الخشن املس و سببه
خفا تلك المعاني الدقيقة التي يكون بها خشنا و يري
الاملس خشنا كما يظن في الصورة التي صورها حاذق
فحاكي بها شوك القنفذ مثلا او شعر الخنزير او شعرا
مفلفلا و غير ذلك من المعاني الحال ان الصورة علي

سطح املس لا خشونة / فيه و سبب ذلك S.15a/15b

ظن ذي الصورة الذي فيه الخشونة حاضر
القوة المشابهة*

و في مقالة الشفيف و الكثافة قد يري جسما
ايض مشرقا فيظنه بلورا شفافا و عكس
ذلك اعني انه ربما راي البلور من البعد فظنه
كثيفا ايض و سببه عدم¹ تميز النفس
المدركة بين الجسمين لاشراف البعد سياتي في
مسائل الانعطاف ما يدل علي ان ساير المشفات لا تنفذ
فيها الاضواء نفوذا مطلقا بل نفوذ احصا*
و في مقالي الظل و الظلمة يري الظل ظلاما و عكسه و
قد تقدم مثله في مقالة اللون*

و في مقالات الحسن / و القبح و التشابه و الاختلاف **O.17b/18a**
يري الشي بصد ما هو عليه اذا كان بعض اجزائه² متصفا
بصفة و البعض الاخر متصفا بصدها و كانت الوان
بعضها ضعيفة و الوان اصد مشرقة او معاني البعض
مستحكمة معاني الضد لطيفة فتخفي احدي الصفتين و
تظهر الاخري*

1) عدمه s.

2) بعض اجزائه s. yok

(ج) اشراف الوضع ففي مقالة الضوء اذا كان سطح مشرف الميل و عليه سراج متعددة متقاربة فان الناظر يراها نارا واحدة متاججة لتداخل البعد بينها بوقوعها في سمت سهم المخروط و انحاق ما يبقي من الفرج التي بينها بسطوع لون النار*

و في مقالة اللون اذا مال السطح المستوي المشرف اللون فانه يري كمدا و دكينا و الصافي اللون يري غامضا و سببه ان بالميل تضيق زاوية روية عن وضعه قائما علي سهم المخروط فيظهر ذلك لتزاكهم ورود الضوء الحامل للون السطح و لذلك يري ما قابل البصر من سطح كرة ذات لون واحد مشرقا و ما تباعد عنه دكينا لميل وضعه عن مقابلة البصر*

و في مقالة البعد قد تقدم ما فيه صريحا*
و في مقالة الوضع اذا كان جسم صغير مايل ميلا ما علي سطح مايل ميلا مشرفا فان الرائي يري ذلك الجسم غير مايل علي السطح المايل ان كان ميله الي خلاف جهة ميل السطح و يراه مايل اكثر مما هو عليه من الميل علي ذلك السطح ان كان الميلا متفقا للجهة و ذلك لان الميل اما ان يلاحظ باعتبار سطح الارض او باعتبار السطح المايل و باشرافه في الميل يكون نقاط سطحه و اجزائه متقاربة من

مستطيلا في خلاف جهة ميله و بصد هذا الوضع يمكن ان

يري الخايه ديسي و الاهليلجي مستديرا*

و في مقالة العظم في العمودين المتساويين الذين وضعهما

من الرائي علي التباعد يري اقربها اطول من الابد بل في

اشراف تباعدهما يري الاقرب منهما الي الرائي اطول و

لو كان اقصر منه و قد مر تعليله*

و في مقالة التفرق ما مر كاف التقرير*

و في مقالة الاتصال كلما اشرف ميل المنفصلات علي

نسبة ميل سطح مستقيم لم يدرك الانفصال و لو كان

اكثر مما تقدم في البعد و رؤيت متصله لتقاربها من سهم

المخرط و تعليله هنالك كاف و يدخل فيه مقالة العدد*

و في مقالتي الحركة و السكون اذا كان عمودان متباعدان

و بعدان من البصر في جهة واحدة و كان الرائي سايرا

فانه يري اقربهما راجعها و البعدهما متوجهها علي سمت

سيره لاختلاف جهة المسافة فيها الي تلك الجهتين و ان

كانا ساكنين*

و في مقالة الخشونة الملاسة ما تقدم في البعد كان اذ هو في

الميل المشرف ابلغ*

و في مقالتي الشفيف و الكثافه ليس يقع اغلط في الروية

الستوية بامر يغياء به غايته ان الصفيحة المستقيمة من

الزجاج المشف / اذا جانبها الرائي راها كثيفة في جملة و S.16/a16b

ما ذاك الا لظلمات في اجزائه و لو صدق شفيفه لم يكن كذلك و ربما وقع مثل ذلك في صادق الشفيف/ عرضا O.18b/19a

بطريق الانعطاف و سيأتي منه ما يشفي الغليل*

و في مقالتي الظل و الظلمة ما تقدم كاف بل هنا بطريق الاولي*

و في مقالة الحسن اذا كان الوجه الحسن مشرف الميل والمستلقي اذا ادرك و جهة من سمت رجله روي عريضا و انفه فصرا بل تحتفي ارنبة انفه الي ما يخفي من تشوه خلقه فير قبيحا*

و في مقالة القبح لما كان الميل يقتضي روية الطويل قصيرا و المنفصل متصلا اذا كانت الصفتان صفتا قبح في المرئي فلا جرم انه يري في ذلك الوضع لعدمهما حسنا* و في مقالتي التشابه و الاختلاف يكفي ما مر في الحسن و القبح*

(د) خروج الضوء اما خروجه في جانب القوة*

ففي مقالة الضوء ما كان من المبصرات مرئيا ليلا كاضواء الكواكب التي يخفي عن البصر ادراكها وقت اشراق الشمس و سطوع شعاعها عليها و كالنار و النور المرئي في بطن اليراع و اجزا الحيوانات البحرية اذا خفي عن

البصر ادراكها نهارا ظن الرائي عدمها و الحال ان خروج
الضوء في جانب الاشراق اقتضي اختفاها لاعدمها فان
استيلاً الاقوي اقتضي عدم الاحساس بالضعف و كذلك
حال ذبالة السراج بقرب نار عظيمة*

و في مقالة اللون اذا خرج المضي الي لونية ما فانه يقتضي
خفا مثل ذلك اللون اذا كان ضعيفا فان ضوء السراج لا
يظهر فيه الصبغ الاصفر المايح الصافي و يري هذا الاصغر
ايض*

و في مقالة البعد المعتدل لاغلط اصلا اذا كان خروج
الضوء في جانب الشدة اما في جانب الضعف فقد يقع
اشتباه المعاني و الغلط*

و في مقالة الوضع اذا كان وضع الضوء عن محيانه السطح
الايض المستوي اللون المواجه للرائي و كان في سطحه
تقاير و تحاديب لا تدرك عند كون الضوء في المواجهة من
المرئي فان التحاديب تري في هذا الوضع مشرقه البياض و
التقاير تري دكينه فيري مختلف اللون و هو متفقة لان
قوة¹ اشراق الاضواء في / جهة المقابلة و اقربها منها اشد /
اشراقا من الابد و هنا التحديب اقرب الي جهة المقابلة

S.16b/17a

O.19a/19b

من المسطحات فمن المقعرات بالاولي و عند اشراق الوضع
تكون التقعيرات ذوات ظل فيختلف اشراق الضوء عليه
فيظن مختلف اللون*

و في مقالات الجسامه و الشكل و العظم عند خروج
الضوء الي جهة الضعف يري كثير الاضلاع و ماله سنام
مستديرا او مايلا الي الاستدارة كذلك يري الكرة سطحها
و السبب ان ضعف اشراق الضوء يقتضي اشتباه المعاني
الجزوية الدقيقة و ربما اقتضي اختفاءها*

و في مقالات التفرق و الاتصال و العدد يعلم ما يقع
هنالك في خروج الضوء في جهتي الضعف و القوة بقياس
ما تقدم في نظايره*

و في مقالي الحركة و السكون في خروج الضوء في جانب
الضعف يقتضي روية الرخا المتحركة ساكنة و كذلك اذا
كانت ارحية متعددة و كل منها لون واحد ليس عليه
علامة تميز جانبا منه عن جانب و بعضها متحرك و بعضها
ساكن و الصوت مختلط و المحرك خفي كالذي يتحرك بما
تحت من الماء من الارحية فيري جميعها و لا يشاهد تحركها
فرما اشتهب المتحرك بالساكن و عنسه*

و في بقية المقالات وقوع الغط بخروج الضوء في جهة
الضعف واضح و اسباب ذلك ظاهرة*

٥) خروج المقدار ففي مقالتي الضوء و اللون اذا كان بالقرب من نار عظيمة في بعد معتدل ذبالة سراج ممكنة الروية بمفردها او كان بالقرب من ذي اللون المشرقة في جسم عظيم جسم صغير متلون من جنس لونه يمكن رويته اذا كان منفردا فان الذبالة و ذلك الجسم الصغير حينئذ لا يريان*

و في مقالة البعد فالخروج ان كان في جانب العظم فانه اذا كان جسمان عظيمان في بعد معتدل متقاربان فان البعد الذي بينهما يدرك علي خلاف ما هو عليه لان البعد المعتدل لروية ذلك الجسم العظيم كجبل مثلا يكون مشرفا

بالنسبة الي مسافة البعد الواقع بينه و بين جبل اخر / و كذلك خروجه في جانب الصغير لعدم تشخص المبصر علي ما هو عليه*

O.19b/20a

و في مقالة الوضع يري المائل يسا مستقيما لتلاشي مقدار

ذلك الميل / في جانب عظم الجسم او صغره*

S.17a/17b

و في مقالة الجسامه يري المتفاوتين و لو كثيرا متساويين لان التفاوت باعتبار قطري قاعدتي المخروطين و اذا كان المتفاوت فيه يسير الا يدرك مقداره الحس فانه يقتضي تفاوتا كثيرا في الجسامه فان نسبة الكرة الي الكرة كنسبة القطر الي القطر مثلثه بالتكرير و كذلك المكعبات و مع

ذلك فرمما كان تقييب احد الجسمين اكثر من الاخر في
 جهة سهم المخروط و القطران متساويين لذلك و لا يحس
 بجسامة احدهما و كذلك تعليل الخروج في الصغر و علل
 بعلة اخري انه قد يكون في جهة الخشخاش مثلا تصار
 ليس لا يحس بها لصغرهما و لا يخفي ما فيه*

و في مقالي الشكل و العظم يري المضلع مستديرا لاشرافه
 في المقدار المقتضي لتباعد اطرافه و تقدم تعليل مثله و يري
 المتفاوتين طولاً يسيرا متساويين لاشرافهما في الطول لان
 المقايسة في مثلهما لا تيسر بمحض ادراك البصر*

و في مقالات التفرق و الاتصال و العدد لا يظهر هنا كبيرا مر عما تقدم*
 و في مقالة الحركة فعند الخروج الي جهة العظم اذا كان
 سطح المرئي صقيلا متشابها جدا كسطح ماء جار سالم
 من التموج في جريته لعدم تضار ليس مقره و سالم من
 تموج الريح ايضا و من وقوع شي يطفوا علي سطحه و لا
 يري مبدا حركة و لا نهايتها فانه يري ساكنا لان المتحرك
 انما يحس بحركة باعتبار انتقال طرف من اطرافه او رقوش
 علي سطحه او وهده فيه عن محاذاة اخر و ليس شي منها
 مفروض الوجود*

و في بقية المقالات يقع الغلط بقياس ما تقدم و تعليله
 كذلك*

و) خروج الكثافة و لا يقتضي غلطا بل زيادة تحقيق رويته
بساير معانيه*

ر) خروج المشف و ينبغي ان نعني خروجا ما فان المشف
المتناهي/في خروجه لا يدركه البصر مطلقا كما لا يدرك
الاضواء السالكة فيه*

O.20a/20b

ففي مقالة الضوء لاشبهة ان المضي الذاتي و هو النير
الاعظم خارج في مرتبة الشفيف الي الغاية القصوي و هو

يستر ماوراه من الكواكب/ فحجبه لها من قهر البصر عن
ادراك ما قاربة فضلا عن ادراك ماوراه فلا يظن ان فيه
ظلمة او كدورة ما تقتضي الحجب كجرم القمر*

S.17b/18a

و في مقالة اللون فتلون ماورا المشف يقتضي ظنه ذا لون و
سببه ظاهر*

و في مقالة البعد الزجاج الصافية المستحة او العدسية تري
ماوراها من القرب و من البعد و اما من مقدار بينهما
فتحجب البصر عن الادراك اصلا فمن رايها في ذلك البعد
جزم بانها كثيفة و ذلك من مسائل الانعطاف و سيأتي
تحقيق علته*

و في مقالات الوضع الجسامة و الشكل اغاليط كثيرة محلها
مسائل الانعطاف*

و في مقالات التفرق و الاتصال و العدد متي كان وراه
 شعرات او خطوط روي منفصلا و كذا شدة اتصال
 المشفات الصافيه المتعددة يري انها شي واحد و انها تشف
 عن شعرات او خطوط و دخلت مقالة العدد هنا ايضا*
 و في مقالة الحركة اذا راي مشفا الي الغاية فيه امتداد
 ماووراه اشكال دكينه اللون تترجرج اي تتحرك يمينه و
 يسرة فيري كالماء المتموج كما ورد في قصة بلقيس رضي
 الله عنها*

و في مقالة السكون تري الكرة المشفة المتحركة علي
 قطبين ساكنة حيث لم يكن فيها نمش و لا علي سطحها
 عبار بعين مرضعا منها دون موضع*
 و في مقالي الخشونة و الملاسة لا يظهر اثر مع كونه حرجا
 في الشفيف*

و في مقالي الشفيف و الكثافة اذا كان وراء هذا المشف
 اخر فيه لون او كثافه ما فان الرائي يري الاول كثيفا و
 متلونا و اذا لم يكن له شعور بالاول يراها واحد*

قال الشاعر،

رق الزجاج و رالت الخمس
 و تشابهها فنشا كل الامر
 فكأنما حمر و لا قلدح
 و كأنما قلدح و لا حمر

و في مقالتي الظل و الظلمة لا يظهر الاثر لذلك اللهم

الابطريق / الانعطاف و سيأتي تحقيقه فان قلت المياة **O.20b/21a**

العميقة تري زرقا او خضرا و اذا ازداد العمق رويت
كحلية اللون يعرف سلاك بلجج البحار قلت الكلام في

خروج الشفيف و في خروج شفيف الماء / الصافي نظر لما **S.18a/18b**

فيه من الجوهر الارضي فان الماء الصافي اذا صعد تعقب

منه بعض ارضيه فكيف بما البحر الذي يتعقب منه ارضيه

ملح زعاق كثير جدا بالنسبة الي مايه المصعد بل رايت

الملح الذي يعمل من ماء البحر الملح يكون فيه نشايح زرق

كتشايح الرخام و مع قطع¹ النظر عن ذلك فالاجزاء

الملحية ترايبه مظلمه فاذا سلكها اشعة المنير الاعظم ظهر

اللون قطعا عند من يزعم تركيب الالوان من نور و الظلمة

تمازجا في كثيف او لطيف او ممتزج و عند من تزعم انها

اصليه يكون المرئي ظلال تلك الاجوا الارضيه المنبثة في

جرم الماء*

و في بقية المقالات عند الانصاف في معان النظر في البحث

عنها لا اثر يظهر ما لم يتصل به لون ما يقتضي حسنا او

قبحا او تشابها او اختلافا و ان ظهر ذلك من تشكله
فليس من خروج الشفيف*

(ح) خروج صحة البصر اعني في جانب الضعف اذ
خروجه في جانب القوة لا يقتضي غلطا لذاته ليعلم ان
اغلاط البصر في هذا الباب في تسائر المقالات بحسب الأفة
التي يعرض للرائي*

ففي الخفش و هو الجهر و يسمى بالفارسية روزكوري
عمي النهار في ساير المقالات يضعف الادراك و يكون
البعد المعتدل لصحيح البصر مشرفا عنده يلتبس عليه كثير
من المعاني فيقع الغلط بحسبها و يزداد الضعف بحسب قوة
سطوع النهار*

و في العشي و هو ضده يبصر نهارا و لا يري ليلا و
يسمي بالفارسية شبكور و معناه عمي الليل*
و في الحول و هو زوال الحدقة اي انجذاب عصبات
المقلتين الي جهة واحدة عن الوضع الطبيعي يري الواحد
اثنين بحسب الانجذاب فان كان الانجذاب متحاذايا راي
الاثنين متحاذايين و الا راي احدهما اعلي من الاخر*

و في الخيالات و هو المرض الذي سببه كدورة الرطوبة
البيضية ان كانت الكدورة عامة و هي شفافية راي
صاحبها العالم مملؤا ماء و ان / خصت موضعا او مواضع

و كانت كثيفة راي بحسب اشكالها و الة انها جبالا و
خيوطا و شعرات و ذبابا و قد يري مثل ذلك من
تخمشت من عينه الطبقة القرنية او طال الشعر الزايد في
عينه و قد يقع فيها بخار اسود ذو جرم فيري اسطوانة
سودا امامه و قد يكون / حمرا او تكون تلك الخيالات
حمرا او صفرا او بيضا او شيا ابيض ذا تعاريج و كثيرا ما
يري مثل ذلك من غلب عليه البخار المقتضي لذلك عند
العطاس و عند فرك العين كثيرا و قد الروطبة البيضية
شظايا كثيفة فيري صاحبها الشخص الواحد في بعد
مشرف متعددا*

S.18b/19a

و في القمور هو كلال البصر من روية الجرم الايض
المحيط بجهات البصر كالثلج مثلا تجدد البصر يري معاني
الاشيا علي خلاف ما هي عليه و بعد معرفة ما يصدر عن
هذه العلل من تغير ابصار الشئ علي ما هو عليه يعرف
لازمه هو ما يغلط فيه و اما وضع العيني من البصر فان
تغير عن وضعه الطبيعي بان زالت الحدقة عن وضعها
بالانزواء الي جانب ارنبه الانف اما بحسب الحلقة او
بعارض لقوه او ما شاكل ذلك من الغلل و هو الحول
الاضطراري و قد مر ما يلزمه وقع فيه اغلاط كالتي تقع
في الحول القصدي و هو زوال اختياري في الحدقة و

تحرير موادها باعتبارين الاول اننا اذا نظرنا الي شخصين متباعدين علي سمت مستقيم من منتصف ما بين الحدقتين و الاقرب منهما قريب جدا من المنتصف ثم حدقنا في الاقرب فانا نراه اثنين و اذا جعلنا التحديق الي الابدع رايناه واحدا و حينئذ فملاحظة الاقرب تقتضي رويته اثنين و ما ذاك الا لان روية احدهما واحدا تكون باتحد موقع سهمي المخروطين علي محل واحد من ذلك المرئي عند نقطتين متناسبي الوقوع في الوضع من سطح الجليدية عند راسي مخروطي ذلك الشعاع المتحد القاعدة في تلك الروية

تقتضي ملاحظة / الاخر ادراكه من موقع السهمين الواردين ايضا من المرئي الاخر الي محلين متناسبين من سطح الجليدية من الحدقين لكنهما غير الموقعين من سهمي مخروط الاول و هما في جهة الماقين وقت الملاحظة الاقرب عند التحديق في الابدع و في خلافها في ملاحظة الابدع عند تحديقه في الاقرب فلذلك عند التحديق في احدهما يلاحظ الاخر من محلين فيري الواحد اثنين لا خلاف محلي الادراك علي سمتهما و بملاحظة ما سيأتي في احوال الانعطاف من تعاضم زوايا الانعطاف بتعاضم ميل سطح المشف و و هو سطح القرية بتحقيق تباعد الموقعين بزيادة انعطافه ايضا فلتوجه النفس الي ادراك المبصر علي

O.21b/22a

ما هو عليه تتحد الروية في المحدق فيه و يختلف في الملاحظ
 لانها ملتفته / عن التوجه اليه في الجملة فيري اثنين S.19a/19b
 الاعتبار الثاني ان نأخذ لوحا مساحة سطحه شبر في شبر
 و ثحنه يسير جدا و نصبح احد السطحين باحمر والاخرى
 خضر مثلا و نجعله قائما ثابت بعيد عن اللوح ثم نستدارنيه
 الانف الى الحرف الاخر القايم و نحديق في روية ذلك
 الشحص و نلاحظ اللوح فنري سطحين مفترقين احدهما
 احمر و الاخر اخضر و هما متقابلا اللونينو الشحص واقع
 بينهما و اللون الذي كان في جهو العين اليمين نراه من
 جهة العين اليساري و بالعكس و يتواجه السطحان بعدان
 كان متبايني الجهة ثم اننا اذا حقنا في اللوح رايناه علي ما
 هو عليه و وجدنا ذلك الشحص الواحد اثنين و توحد
 اللوح بينهما و قد تقدم تعليل الاتحاد و الافتراق و بقي
 الكلام في تقابل وجهي اللوح و ما ذاك الا لان الاشعة
 التي بين كل حدقة و بين نهاية السطح المري من اللوح
 عند تحديق النظر اليه لو امتدت كلها الى جهة الشخص لا
 التقت باجمعها في امكنه متعددة قبل الوصول الى الشخص
 و افترت فانقلبت يمنها يسارا في الجهة الوضعيته و
 بالعكس و روي الشخص فيما بينها و تقابل السطحان /
 لتبدل الجهتين و تباعد التباعد الاشعة بعد الالتقا و اشتد

O.22a/22b

التباعد بينهما بحسب زيادة بعد الشخص و صارت روية اللوح الكثيف روية مشف لا روية كثيف لانه في هذه الحالة ليس بمانع من ادراك شئ مواجه للعينين هما كان مدركا قبل وضع اللوح اجمالا غايته منع روية العين اليمين لما بتاسر عن سمت سطح اللوح و منع روية اليسري لما يتامن عن سطحه فيكون اللوح ذا حالتي حجب و انكشاف نسبتين و هي خاصة المشفات فلذلك تكون الروية روية شفيف و انحل بهذا التقرير اغاليط اربع اعني روية الواحد اثنين و اختلاف جهتي اليمين و اليسار و روية مباين الجهة مقابلا و روية الكثيف مشفا*

ط) خروج الزمان اعني خروج المرئي في حركة في جانب السرعة خروجا يقتضي عدم تقدر زمانها في الحس و لا نعني الخروج المطلق في السرعة فانه ينفي الاحساس في ساير الحواس مطلقا فان السهم السريع / جدا ربما نفذ من

S.19b/20a

بدن المرمي اليه و لم يحس بنفوذه وقت النفوذ متي كان الخروج في السرعة بليغا فضلا عن الاحساس برويته بحاسة البصر اذ هو من مقتضيات الاشتباه اذا تقرر ذلك*

ففي مقالة الضوء حركة شعلة النار علي سطح الافق تقتضي رويتها ممتدة كالبرق الحاطف و سببه محاذة ضوء النار الزاوية واسعة من سطح الجليدية بتعاقب متدارك في

تلك المسافة و لما كانت الادراكات لساير الاشيا علي ما هي عليه تقتضي مهلة ما بها يحصل الانطباع و الانفعال ليتم الادراك و كانت جملة المدة صالحة للادراك لا تفصيلها فلذلك ادركت نارا ممتدة و لذلك ايضا صارت القطعة النار التي في طرف عود متحرك بالسرعة تري متصله كقضيبي نار ممتدا و منحني بحسب وضع امتداد حركة و نقطة الالون في سطح الدوامة تقتضي انها تري حلقة ذات لون*

و في مقالة اللون يري ذا الالوان المتجاورة و المنقوش ذا لون واحد بحسب امتزاجها ان لو امتزاجت لان الحركة اقتضت تعاقب الصور بتلك الالوان فيظن الامتزاج في صورها و مثال الدوامة / مثال هنا ايضا من اجل ظن الامتزاج فان تلك الحلقة المرئية يكون لونها المرئي اصفي من اللون الاصلي ان كان سطح الدوامة ابيض و اغمض منه ان كان السطح اسود*

O.22b/23a

و في مقالة البعد قد يري الابدق اقرب و بالعكس بحسب ما يتبادر الي الوهم لانتفاء تشخص اسباب معرفة البعد سواء كانت الحركة في جانب الرائي او المرئي*
و في مقالة الوضع يري المائل و لو اشرف ميله مواجهها و تعليله ظاهر*

و في مقالة الجسامة يري الصغير كبيرا و بالعكس و تعليله
كذلك*

و في مقالة الشكل يري قطران المطر المستديرة في نفسها
عند نزولها خيوطا متدليلة ساقطه و تقدم تعليله في الضوء*
و في مقالة العظم يري الطول قصيرا و ضده و لا يخفي
تعليله*

و في مقالات التفرق و الاتصال و العدد اذا كان علي
محيط دايرة الدوامة اسنان متقادرة الطول بارزة عن المحيط
و بينها فرج و دارت الدوامة سريعا روية الاسنان متصلة
و شكلها كطوف محيط بالدوامة ذي لون كما مر و لو

علمنا / علي دوامة مثلها طوقا متصلا بذلك اللون لروي
مثله و اقتضي العلم بتلك المنفصلات ان هذا المتصل
منفصل و كذلك مقالة العدد و تعليله واضح*

و في مقالي الحركة و السكون اذا كانت الحركة من قبل
الرائي اشتبهت عليه الامر في ذي الحركة الوضعية او الانية
ظنها ساكنه و ربما ظن ساكنا من جنس ذلك المتحرك
متحركا قياسا علي علمه بالاول و ذلك معلوم التعليل*

و في مقالة الشفيف اذا ادير فانوس بغير غشا بحركة سريعة
و كانت اضلاعه بيضا فانه لا يحجب شيا مرينا وراه اصلا
او يظن انه جسم شفاف و ربما روي جسم مشف متلون

بلون كثيف وراه و تحرك سريعا فانه يظن كثيفا من حسن
الاول و لو كان ظاهر الشفيف عند عدم الحركة لانها
تخفي ادراك سفيفه*

و في مقالتي الخشونة و املاسة مع بقية المقالات لما اقتضت
الحركة الغلط في ادراك ذواتها و صفاتها الظاهرة فلان يقع

/ الغلط في صفاتها بالاولي و هذا تعليل الغلط فيها*

O.23a/23b

ي) خروج مزاج الروح الحيواني الذي خو مظهر ادراك
النفس الناطقة المحسوسات بسبب الحواس و هو يقتضي
الالتباس و الغلط في الادراك و ينشا ذلك عن اتراعج جرم
الدماغ من سقطه او ضربة او استيلاء خلط او بحار دخاني
او حركة عنيقة عرضية للدماغ كدوران الانسان بالسرعة
علي عقبة فان كل ذلك يوجب فساد الصور فيري الاشيا
علي خلاف ما هي عليه و يري جميع ما حوله من ساكن
يدور عليه و الارض تتموج به و كذلك الغفلة طبيعية
كانت او عارضة من اكل بعض المسطلات المخدرات
المانعة لصحة التفكير و التخيل لادراك الاشيا علي ما هي
عليه*

ففي مقالة الضوء و اللون يظن ضوء القمر علي الارض
ماء و بعض قصاص الذهب المضية شرر نار و لو قربت
منه و الحبل الاسود و الارقط حية*

و في مقالة البعد ربما ظن القمر مركزا علي راس حايط
او جبل اذا حاذاه*

و في مقالة الوضع يري الحايط المستقيم كان مال و اشرف
علي الوقوع عليه*

و في مقالات الجسامة و الشكل و اعظم و التفرق و
الاتصال و العدد تقع اغلاط شبيهه بما ذكر*

و في / مقالتي الحركة و السكون الجالس علي ضفة نهر

S.20b/21a

سريع الجري يري الماء ساكنا و يري ما تحته متحركا به
الي خلاف حركة الماء و اذا كان في احدي سفيتين

جاريتين جريا متقاربا متحاذيا و الماء جارا و واقف

فيراها واقفتينو الماء جارينهما الي خلاف جهة سيرهما و

اذا كانتا مختلفتي الجهة ذهابا و ايابا في الحركة فير التي هو

فيها ساكنه و الاخري متحركة بتركب الحركتين و يري

الكوكب و الجبل و الحايط القريب اليه متحركا الي

خلاف جهته و ما كان ابعد عنه من ذلك المرئي فيراه

متحركا الي جهة حركة و اذا كان ساكنا و توسط بينه و

بين القمر مثلا سحب رقيق ساير فيري القمر سايرا الي

خلاف جهة سير السحاب و يري السحاب ساكنا و

سبب ذلك في المريتات القربة التقتضي و التصرم شيا فشيا

الي خلاف جهة / السير و بالغفلة يشته العارض بالمعروض

O.23b/24a

و في البعيدة مقايسة تصرم المحاذي من البعيد يتصرم محاذاة
القريب المتصرم الي خلاف جهة السائر فيكون تصرم
البعيد الي خلاف جهة القريب و مخالف المخالف موافق*
و في بقية المقالات يقع من الاغاليط ما يعلم اسبابه بقياس
ما تقدم و ليس في ايضاحه امر كبير*



المرصد الثاني

في رؤية الانعكاس و هي رؤية الاشيا علي سمت غير مستقيم. ملاحظة سطح صقيل و ذلك انه لما كان الواقف علي شاطي ماء في قراره غدره يري صور القامات و الاشخاص التي ذلك الماء بينه و بينها علي سطح الماء كأنها مرتسمة عليه بل ربما توهمها غايصه منكسه فيه و يري هذه الحالة مطردة في كل صقيل كثيفا كان او مشفا وراه غرره متي كان وضعه عند البصر مثل وضع سطح ذلك الماء منه فافتضت اراء الحكماء البحث عن هذا الامر و بيان مقبضياته في ساير السطوح الصقيلة المعروفة بالمرابي فتمهد ذلك في صدر و ستة فصول*

الصدر

الصدر انواع المرايا سبعة المسطحة اعني مستوية السطح و
قطعة الكرة و والاسطوانة و المخروط محدبا او مقعرا فهذه
هي امرايا السبعة التي بها يعتبر احوال الانعكاس و خواصه
و اما المخروط الكامل تحديدا / و تقعيلا فلم نذكر لعدم **S.21a/21b**
جدواه في الاعتبار مع تلك المرايا و نحن نذكره الي عند
الاحتياج الي ذكره*

الفصل الاول

في خواص الاضوا المنعكسة و هي تسعة خواص*

اوب) قد تقادم ان اصقيل يقبل الضؤ ثم يصدر عنه ضؤان
احدهما خاص بوضع وجهة و الاخر يعم اجوانب المواجهة
للسطح*

ج) الضؤ الخاص و هو ضؤ الانعكاس يكون منحرفا في
جهة تباعده عن السطح بنسبة انحراف الضؤ الذي بين
المضي و السطح في جانب التباعد عنه ايضا اعتباره ان
تتحذ مرآة بالغة في استقامة سطحها و ليكن دائرة ثم ناخذ
جسما ذا سطح مستقيم ايض اعظم من / سطح المرآة و
نخط عليه دواير متوازية متعظمة اصغرها قدر محيط سطح
المرآة ثم نضع المرآة في محل يقع ضؤ الشمس فيه علي جملة
سطحها و لا يكون قائما علي سحم مخروط الشعاع ثم
نلقي الضؤ المنعكس بالسطح الذي عليه الدواير متحريين
فيه انطباق محيط الضؤ علي محيط دائرة منها فيقدر قرب

O.24a/24b

السطح من سطح المرآة نري محيط الضؤ علي دايرة اعظم من التي هي قدر دايرة سطح المرآة يسيرا و لا يزال بتباعده عنه يتسع الضؤ فيقع علي دايرة اعظم من اولي و هلم جرا و ما من مرتبة ينتهي الها في مسافة معينة الا و نجد الدايرة المساوية للضؤ فيها مساوية للدايرة التي في السطح الذي عليه الدايرة المتوازية الذي قطعانا به موقع الضؤ الوارد من ثقب بين الاعتبار كما مر في الخاصة الخامسة من الفصل الثاني من المرصد الاول اذا كانت دايرة ثقب بين الاعتبار مساوية لدايرة سطح المرآة و في مسافة مثل تلك المسافة*

(د) ان كلا من الضؤين يصحب اللون معه و يصدر عنه ضؤ اخر و قد حققنا امر العام اعني الضؤ الثاني في المرصد الاول و اما الخص اعني ضؤ الانعكاس ففي تحقيقه اعتبار و ذلك ان نلاحظ كون ضؤ الشمس داخلا من الثقب الواقع في بيت الاعتبار تارة و نلاحظ حال كونه منصرفا عن مسامته الثقب في وقت من النهار و تارة اخي ليكون الضؤ الثاني الصادر من الجو داخلا الي البيت و في كل من الحالتين نضع علي موقع الضؤ جسما ارجواني اللون و نخذية بمرآة قريبة منه / جدا غير واجلة في الضؤ ثم ناخذ الدسم الاجوف و نضع في قاعدة جسما شديد البياض و نلقي به الضؤ المنعكس عن سطح المرآة فنجد صورة اللون

S.21b/22a

علي الجسم الابيض داخل الاجوف و في هذه الحالة نحرك
 المرآة عن وضعها فنجد اللون قد انصرف عن ذلك الجسم
 و كانت المرآة من فضة لا اتضح الامر جدا لانه قد مران
 لون المرآة ينتقل مع ذلك اللون فلعلها تكون من جسم
 اسود او مظلم فيورث في اللون الارغواني دكنة و قد
 علمت ان صور / الالوان لا تظهر في كل الاحوال و لا
 علي جميع الاجسام فيما حفظته فكذلك ههنا*

O.24b/25a

هـ) الضؤ المنعكس عن صقيل مستوي السطح اضعف من
 الضؤ الذي صدرت عنه اشعة الانعكاس اعتباره ان نضع
 في موقع الضؤ من نيت الاعتبار جسما ابيض و الي جانبه
 مرآة مسطحة بحيث يكون كلاهما في المقع و ننظر الي
 موقع ضؤ الانعكاس و نضع فيه ضؤ ضلك الجسم الابيض
 و نتامل صفة الضو الواقع عليه فنجدها اضعف من صفة
 الضؤ الوقع علي الابيض الذي الي جانب المرآة و اعتباره
 بمرآة فضية يدفع سوال من يقول ما حصل الضعف الا من
 كمودة لون الصقيل فان قيل ان البعد هو المقتضي للضعف
 قلت ليس الامر كذلك اعتباره اننا نضع المرآة في محل من
 مسافة مورد الضؤ في بيت الاعتبار و لا نحجب بها كل
 الضؤ و نضع في موقع بقية الضؤ من البيت جسما ابيض و
 تقابل شعاع الانعكاس بجسم ابيض مثل الاول في مسافة

بعدها عن المرآة كبعد الابيض الذ هو في ذلك الموقع سواء
ثم تقايس بين الضؤين فنجد المنعكس اضعف من الاصلي
بكثير مع ان البعدين متساويان*

و) لون الجسم الصقيل النعكس اضعف من اللون الاصلي
له بمرتبة هي اضعف من مرتبة ضعف الضؤ المنعكس لان
الالوان اضعف من الاضؤا اعتباره ان نضع مرآة من
الذهب او من الخاس الاحمر و نضع بعضها في موقع الضؤ
و نقابل شعاع الانعكاس بسطح جسم ابيض ثم تقايس
بين ما ظهر عله من لون المرآة الي لونها الاصلي و الضؤ
الي الاول فنجد المدعي ثابتا / بالعيان*

S.22a/22b

ر) ما ثبت من الضعف في الضؤ الثاني عن السطح
المستوي الصقيل فانه يثبت في ضؤ نشا عن صقيل محدب
بمرتبة اخري من الضعف سواء كان المحدب كرة او
استوانة او مخرطةا اعتباره ان نضع من هذه الانواع الثلاثة
ثلاث مرآئي و نضعها واحدة / بعد واحدة في موقع الضؤ
من بيت الاعتبار قائمة علي سهمه و نقطع الشعاع
المنعكس بسطح كثيف ابيض فنري الضؤ عليه ضعيف
بزيادة محسوسة عما كان عليه من الضعف في المرآة
المسطحة و كلما كان التحديب اشد ازداد الضؤ ضعفا و
سببه تفرق الضؤ المنعكس عن المحدبات علي سموت

O.25a/25b

اقطارها و لذلك يعظم موقع هذا الشعاع المنعكس علي
السطح الابيض جدا بالنسبة الي موقع الضؤ من سطح
الصقيل و يزداد الموقع عظما طالما اشتد الصقيل تحديدا و
ان اختلف شكلا الضؤين الصادرين عن الاسكوانة و
المخروط في الامتداد و التشخص*

(ح) ما ثبت من الضعف في ضؤ انعكاس المراة المسطحة
فهو ثابت ايضا في المرآئي المقعرة بالذت و يختلف بالعرض
فيكون له حالات ربما كان في بعضها اقوي من اصله
اعتباره ان نتخذ من الانواع المقعرة الثلاث ثلاثا نجعلها في
موقع الضؤ من بيت الاعتبار واحدة بعد واحدة و نقطع
شعاع انعكاس كل منها بالسطح الابيض في مواضع
متعددة فكلما كان السطح قريبا من سطح المراة كانت
مساحة موقع ضؤ الانعكاس منه قريبا من مساحط موقعة
من سطح الصقيل و هو اصغر منه ابدا هنالك و كلما بعد
عنه صغرت مساحة و اشتدت اضاءته لتجمعه ثم و ثم الي
ان يصغر جدا عند كون السطح علي مركز المراة فيكون
بالغافي القوة اضاءة بل يصير محرقا فاذا ازداد تباعدا عن
المركز ازدادت مساحة الضؤ اتساعا و بدا الضؤ في
الضعف مرتبة بعد مرتبة و تبدلت جهاته فما كان في
جانب اليمين من صورة نقطه توضع علي سطح المراة يري

في جهة اليسار و ما كان في اعلي السطح يصير اسفل و
 بالعكس فيهما فعلمنا ان نهاية تصاغر مساحة الضؤ يكون
 علي المركز او السحم من مقعر المرآة فيكون في الكرية
 المقعرة نقطة و في الاسطوانية و المخوطة خطا مستقيما *

S.22b/23a ط) الصور المنعكسه عن الاضؤ الاول اقوي / من الواردة

O.25b/26a مع/ الاضؤ الثانوي عند اتحاد المبداء و قد مر في صور

الاعتبارات ما يكفي فيه *



الفصل الثاني

في كيفية الانعكاس و ذلك في صدر و خواص اربع*

الصدر

لنسم الخط الشعاعي الوارد من الضؤ اوصاحبه¹ اعني
 المريبي الي المرآة خط الاستقامة و الصادر منعكسا الي
 البصر خط الانعكاس و كل سطح من سطوح المرايي
 السبعة فنتصور علي نقطة مركز موقع الضؤ منه عمودا و
 لنسمه عمود الانعكاس و نصف محيطها² نتوهم ايضا دايرة

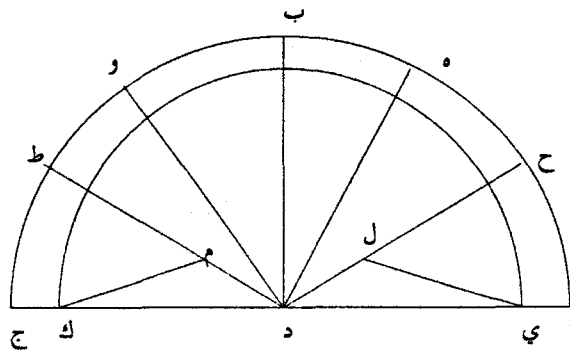
1) ضاحبه s.

2) نصف محيطها s.yok

يقوم نصف محيطها علي سطحه مع كونها مارة بالعمود و
بمركز المضي الذي يصدر عنه الانعكاس و لنسمها دايرة
ارتفاع السطح و الفصل المشترك بين سطح الدايرة و
سطح المرآة يسمي فصل الانعكاس و بحسب هيئة السطح
يكون الفصل المشترك خطا مستقيما او قطعة من محيط
دايرة او قطعة من احد القطوع الثلاثة الخاصة الاولي¹*

ا) انعكاس الاضوا ذاتية كانت او عرضية عن السطوع
السبعة كلها تكون علي صورة واحدة لا تتعدها اعني
كون خطي الاستقامة و الانعكاس في سطح دايرة
الارتفاع و كون الزاوية التي بين العمود و خط الاستقامة
متساوية للتي بين خط الانعكاس و العمود و يلزمه
يتساوي تماما هما و هما اللتان بين فصل الانعكاس في
جهتية و بين كل من خطي الاستقامة و الانعكاس اعتباره
ان نتخذ صفيحة مستوية السطح من الخاس و نخط عليها
نصف دايرة ا ب ج علي مركز د بحيث يكون قطر ا ج
سبعة اصابع و نصل ب د ولكن عمودا علي خط ا ج و
نفرز عن جنبي ب من محيط ا ب ج قوسين متساويين و
هما قوس ب ه ب و و كذلك نفرز قوس ب ح ب ط

و نصل كل واحدة من نقط ح ه و ط بنقطة د ثم نفصل
 من ا د ا ي قدر اصبع و مثله من ج د / ح ك و من د ح S.23a/23b
 دل اصبع ايضا و من د ط د م مثل دل و نصل ي ل
 ك م و نقطع مثلثي ي ل د, د م ك مع المحافظة / علي O.26a/26b
 بقاء محل نقطة د علي التحرير و يجوز كون القطع اعظم
 من المثلث و ان يكون نصف دائرة و غير ذلك مع بقاء
 محل نقطة المركز ثم نأخذ مسطرة من صفيحة نحاس طولها
 اربعة و عشرون اصبعاً و عرضها اصبعان و نحنيها علي
 قوس ا ب ح بحيث تكون كقنطرة مخرجة علي حايط
 صدره نصف دائرة ا ب ح د و ليفضل من كوها من كل
 جانب اصبع و نلحم حرفها علي محيط الدائرة الحاما ثابتا
 و نخرق المسطرة علي نقط ج ه ب و ط خروفا مستديرة
 مماس محيط كل واحد منها لسطح ا ب ج د علي نقطة
 هي احدي النقط المزبورة و يكون قطر دائرة كل حرق
 نصف اصبع فتكون مراكزها علي دائرة يوازي سطحها
 سطح ا ب ج د ثم نتخذ لوحا مربعا من الخشب طوله
 قدر قطر ا ج و عرضه نصف ذلك و ثخانتة نحو خمسة
 اصابع و نسوي وجهة جدا و نحفر في وسطه حفرا



طولانيا معترضا عليه عرضه اربعة اصابع و عمقه ثلاثة
نسميه المجري ثم تنصب الالة علي اللوح في طوله بحيث
يقي سطح الدائرة قائما علي سطح اللوح و موازيا لضعها
الطولي و نسمر ما فضل من طرفي الصفيحة علي اللوح و
نجهد في ثباتها مع اللوح علي ذلك الوضع ثباتا محكما ثم
نعمل انبوبة اسطوانية من النحاس مستديرة المحدث و المقعر
مستقيمة الطول داخلا و خارجا و ثخننا بحيث يدخل في
كل خرق و يسلك فيه سلوكا سلسا من غير خلل يظهر
للحس و نخط علي ظهرها خطا مستقيما يظهر اثر طرفيه
في كل من محيطي طرفيها اعني فميها فيها ثم نتخذ مسطرة
من الخشب بعرض المجري و ثخانها اصبعان بحيث تسلك
بعرضها في علو المجري و سفله جريا سلسا ثم نعمل علي
طرفي المجري فوق سطح اللوح صفيحتين مسمرتين عرض
كل منهما / لحو نصف اصبع و ندخل المسطرة في مجراها

O.26b/27a

و نشدها بادخال اسفينين تحتها من جهتي فم المجري حتي يرتفع سطحها الاعلي و يصادم الصفيحتين و يصير سطحها و سطح اللوح واحدا و لنسم هذا السطح الافق و المسطرة ذات الثقب و هي المخية علي سطح الارتفاع / S.23b/24a المنطقة و تبقي المسطرة التي في المجري علي اسمها و السطح الذي نتوهمه مارا بمراكز الثقوب موازيا لسطح الصفيحة هو سطح الارتفاع و الفصل المشترك بينه و بين سطح الافق خط الاعتدال فيكون بعده من الفصل المشترك بين سطحي الارتفاع و الافق بقدر نصف قطر احد تلك الثقوب فنستحزجه و نخطه موثرا في سطح الافق من اللوح و المسطرة ثم نقيم عليه حطا اخر عمودا مارا بمركز الارتفاع و لنسمه خط الغاية و نجعله متضح الاثر و حينئذ فمحل تقاطعهما ما دامت المسطرة في هذا الوضع يسمى مسق الحجر و لما كان نوع ما يري في المراة المسطحة مخصرا في شخصه فنتخذ منها مراة واحدة مستديرة لا يكون قطرها قدر عرض المسطرة بل اقل منه و كذلك لما كان تعديد المرايي المحدبة لا يفيد الامعرفة كل من المرايي صغر الصورة و كبرها و ضعف الضؤ و شدته و قد مر اعتباره فاتخذنا من كل من المرايي الكرية و الاسطوانية و المخروطية واحدة سعة سطحها قدر سعة المسطحة و اما

المقعرات فتتخذ من الكرية مرأتين قطر سطح كل منهما
 كالمسطحة و نصف قطر كرة احديهما اربعة اصابع و
 الاخري عشرة ليقع مركز كرة الاولي تحت المنطقة و
 الاخري فوقها و من الاسطوانيه ثنتين سطحها بالقدر
 المسفور و نصف قطر قاعدة احدهما اربعة اصابع نصف
 قطر قاعدة الاخري عشرة و من المخروطيتين ايضا ثنتين
 بذلك القدر نصف قطر دايرة تقع في منتصف مخروط المرآة
 موازية لدايرة القاعدة اربعة ايضا و الاخري عشرة فيطون
 مرآئي الاعتبار عشرة مرآئي*

باب في كيفية الاعتبار بالمرآئي / لنرسم

O.27a/27b

علي مركز مسقط الحجر دايرها¹ قطرها قدر سعة واجدة
 من المرآئي و تنقره في العمق نقرا اعمق من سمك كل
 واحدة من المرآئي بمقدار ما اذا الصقت المرآة المسطحة مثلا
 هنالك كان سطحها و سطح المسطرة واحدا و اذا الصف
 غيرها كان مسقط الحجر علي نقطة من سطحها بحسب
 يكون القطر المار بتلك النقطة من المرآة منطبقا علي عمود
 ذلك المسقط فنلصق المسطحة علي المسطرة و ندخلها في

المجري و نشدها / بحيث يكون مسقط الحجر

S.24a/24b

1) دايرة s.

علي محل من سطحها فان كل محل من سطحها صالح لان يكون في مسقط الحجر و محصل هذا الوضع ان يكون سطح الارتفاع مقاطعا بسطح المرآة علي قوائم ثم نضع الالة علي سطح مواز لافق بلدنا و تحرك الالة في مواجهة الشمس حتي تستر المنتقه نفسها يظلها ندع احد قطر منها ثابتا في تلك الحالة و نرفع الاخر حسب اقتضاء الحال الي ان ينصب شعاع الشمس من ثقب ط علي استقامة خط ط م د فانه يلقي سطح المرآة بقطعة من النور خايه ديسيه الشكل و هذا اللفظ فارسي فخايه البيضه و ديسا الثل و انما كان الشكل كذلك لان مخروط الشعاع انقطع بسطح مستقيم مايل علي سهم المخروط و ذلك يقتضي احد القطوع الثلاثة بشرط كل منها علي ما عرف في محله و وسط سطح ذلك الشكل مسقط الحجر ثم ينعكس عنه الي ان يغشي ثقب ح علي استقامة خط د ل ح و نحس من ضويه الواقع علي ثقب ح بحلقة نورية قريبة من الاستدارة جدا لقيام سطح المنتقه علي سهم المخروط لكان الانحنا يخرج منه عن الاستدارة مقدار يسير الايكاد الحس يدركها الا ان يكون الثقب واسعا جدا او المنطقة

من دايرة بالغة في الصغر فليحترز عن مثل ذلك و ان
املناها حتي يدخل الشعاع من ثقب و باستقامة خط و د
انعكاس عن مسقط الحجر الي ثقب ه علي استقامة خط
ده و كان الشكل الخايه دبسي الذي علي سطح المراة
اقرب الي استدارة من الاول و منتي املناها الي ان يدخل
الشعاع من ثقب ب كان موقعة من سطح المراة دايرة
مركزها / مسقط الحجر و ينعكس الضؤ علي نفسه
خارجا من ذلك الثقب و لا يخس منه الا بحلقة نورية
مستديرة حول الثقب من مقعر المتتقة و علة الاتسع بمقدار
الحلقة النورية ما مر من ان الشعاع ينعكس عن سطح
المراة السطحة مخروطا بنسبة انخراط المخروط الوارد من
الثقب الي سطحها و ان تدلنا جهة الالة المقابلة لجهة
الشمس بالجهة الاخرى و اعتبارنا دخول الشعاع من
ثقب ح ه لوجدناه انعكاس الي ثقب ط و لعدم اختلاف
وضع احدهما عن مركز ثقب ب بالنسبة الي الاخر في
الجهتين **تنبيه** هذا الوضع تعليمي و غير متحتم بل
الواجب تظليل المنطقة نفسها علي اي / وضع كانت في
مواجهة الشمس و سلوك الشعاع علي سمت استقامة خط
الثقب و كون نقطة وسط موقع الضؤ من سطح المراة او
مركزه منطبقا علي نقطة مسقط الحجر و مع هذه

O.27b/28a

S.24b/25a

الشروط فكيف ما كان الميل و الي ال جهة و علي اي وضع كان فلا تتغير خواص الاعتبار مطلقا و نري المدعي ثبنا في هذه المرآة و في ساير المرآئي التسع الافيهما يتشكل هنالك بحسب شكل كل من تلك المرآئي و قد تقدم ان الخط المستقيم الذي هو سهم مخروط الضؤ الوارد الي المرآة يسمي خط الاستقامة و الصادر منعكسا الي البصر او الي موقع اخر يسمي خط الانعكاس و ان عمود السطح يفصل هذه الزاوية الي زاويتين فلنسم الزاوية التي تلي خط الاستقامة زاوية الاستقامة و التي تلي خط الانعكاس زاوية الانعكاس و قد ثبت بهذه الاعتبارات تساويهما من خارجه بالصدق ورقه بيضا عليه¹ الاعتبار بالانبوبة ثم نعد الي تلك الانبوبة فندخلها في ثقب ط مثلا الي ان يلقي حرفها سطح المرآة بحيث تبقي علامة الخط المستقيم الذي علي محدها من فمها منطبقة علي خط ذلك الثقب و نثبت وضعها علي سطح الارتفاع بشعة و نعيد الاعتبار بيلاج الشعاع في الانبوبة علي تلك الشروط فنري شكل حايه ديسا غير الاول بل هو من قطوع الاسطوانة فان اسطوانية / مقعر الانبوبة جعلت الضؤ اسطوانيا و القاطع

O.28a/28b

1) خارجه بالصدق ورقه بيضا عليه. Bu kelimeler S'de yok.

له سطح مستقيم فهو كذلك و نراه انعكاس الي الثقب
المقابل ثم نسد كل واحد فميها بشمع او فلس و نجعل في
مركزه ثقباً صغيراً فنري موقعه كذلك ثم نمد شريطاً
مستقيماً و ننفذه من ثقب الانبوبة الي سطح المرآة و نعمل
هنالك علامة فنجدها علي مسقط الحجر ثم نعتبر الامر
بلا انبوبة من ذلك الثقب بعد سد ثقب ح من خارجه
بالصاق ورقة بيضا عليه فنلقي ظل تلك النقطة و هو
طرف سهم المخروط الانعكاسي علي مركز ثقب ح و
ذلك يقتضي كون شعاعي الاستقامة و الانعكاس مع
العمود في سطح واحد و هو سطح الارتفاع و لو اعتبرنا
الامر بالانتوتة ثابتاً و اجتهدنا في تضيق الثقب اجتهدنا
كلياً لوجدنا / الضؤ كاد ان يختفي عن الادراك و من
المقرر اننا لانقودر علي جعل الثقب نقطة و لو جوزنا
توهمه لانعدم الضؤ بالمرآة لان الشعاع يكون حينئذ خطأ و
قد تقدم ان الضؤ عرض و لا يدلله من مقوم و هو الجوهر
فبانعدامه ينعدم و لنسم الاعتبار بالمرآة المسطحة عنواناً
لنشير الي فيما يحال عليه و في الاعتبار ببقية المرآتي نقول
متي الصقنا المرآة المحدبة الكرية مكان المسطحة علي
المسطرة بتعميق محل وضعها بحيث تصير نقطة الذروة من
محدبها مسامته لسطح المسطرة و واقعة في تقاطع خطي

S.25a/25b

الغاية و الاعدال و شددنا المسطرة حتي صارت تلك
النقطة مسقط الحجر يعلم ذلك بمد شعرة دقيقة جدا علي
خط الغاية و اخري علي خط الاعتدال فتقاطعان علي
مسقط فيكون شكل موقع الضؤ من سطح المرآة من
القطوع الغريبة اذ هو حاصل من قطع سطح الكرة لسطح
مخروط قطر قاعدته اقل من قطرها و محصل هذا الوضع ان
يكون سطح الارتفاع قاسما للكرة بنصفين متساويين و ان
يحدث القطع علي الكرة دائرة عظمي فنري بساير
الاعتبارات المتقدمة في المسطحة سهم مخروط الشعاع
المنعكس مطابق الموقع لما تقدم في العنوان الا ان الحلقة
النورية تكون اكبر من الاولي العنوانية و هذا الضؤ اضعف
من الضؤ العنواني لتفرق الشعاع / المنعكس ههنا اكثرهما
هنالك ثم نلصق الكرية المقعرة التي نصف قطر كرتها
اربعة اصابع بحيث تصير نقطة حضيض مقعرها مسامته
لسطح المسطرة يعرف ذلك بايلاج المسطرة و شدها
المعلوم حتي يكون مركز د علي تلك النقطة و نشييت
الساقها ثم يزال الشد و تخرج المسطرة و يخني مثلث لدم
عن استواء سطح الارتفاع يسرا و يعاد الشد بحيث تبقي
نقطة الحضيض منطبقه علي مسقط الحجر يعلم ذلك
بوضع مخروط مثل نصل السهم في طرف الانبوبة بحيث

O.28b/29a

يكون راسه منطبقا علي سهم اسطوانة الانبوبة ثم نولجها في ثقب ب مماسة لسطح الارتفاع علي استقامة خط ب د بالتحريير فيكون راس المخروط واقعا علي مسقط الحجر و محصل هذا الوضع كون الفصل المشترك بين مقعر المنزاة و سطح الارتفاع دايرة عظمي ثم نرفع / الانبوبة و نعتبر الامور العنوانية كلها فنري اوضاع سهم مخروط الشعاع لم تنزل عن اوضاعها ابدا عن الامور العنوانية بانتباقيها علي ثقب الانعكاس و اذا قطعنا مسافة شعاع الانعكاس بكثيف فكلما كان قريبا من سطح المرآة كان موقع الضؤ من الكثيف اكبرهما اذا بعد يسيرا و لا يزال يتصاغر بتباعد الكثيف القاطع للشعاع و بتصاغره يشتد الضؤ الي ان يتانهي في الصغر الي نقطة و هي الحد الذي يكون الضؤ فيه شديد الاضاءة بل محرقا لتزاحم الاشعة و لو فرض تقعير حقيقي لانتهي تصاغره الي نقطة هي راس المخوط و مركز الكرة ثم ياخذ في الاتساع المخروطي الذي لا نهاية لتصور امتداده بمباعدة الكثيف عنه مرتبة بعد مرتبة و لو كان موقع هذه تلك المقعره التي نصف كرتها عشرة اصابع لكان الامر كذلك في ساير ما ثبت في العنوان لكان لا توجد نهاية التصاغر فيما تحت المنطقة عند قطع المسافة بالكثيف و لو قطع الشعاع علي المنطقة

S.25b/26a

علي ثقب الانعكاس لوجد في مقدار بعد المركز عن
السطح متناهيا في الصغر ثم ياخذ من هنالك في الاتساع
كما كان في نظيرتها* /

O.29a/29b

و اما الاعتبار بمحدبتي المرأتين الاسطوانيتين فبوضع كل
منهما في نقرة المسطرة بحيث يكون الخط المستقيم
المفروض علي اعلا سطح كل منهم منطبقا علي خط
الغاية من المسطرة عند الصاق و نشد كل منهما الي ان
يقع مسقط الحجر علي ذلك الخط نعيد ما مر في العنوان
فنراه بعينه مادة بعد مادة و نري الضؤ قد اخذ في اتساع و
ضعف و يكون اتساعه الي خلاف امتداد سهميهما مع
امتداد في جهة امتداد السهم ثم نلصق المقعرة الاسطوانية
التي نصف قطر قاعدتها اربعة اصابع بحيث يكون الخط
المستقيم المار بافسل محل منها عند الوضع في النقرة منطبقا
علي خط الغاية فنجد الاوضاع المتقدمة في الاعتبارات في
العنوان لم يتغير منها شي سوي امتداد في موقع الضؤ
فنقطع المسافة التي بين المرآة و المنطقة بسطح كثيف اقرب
ما يمكن من المرآة فنجد موقع الضؤ عليه اصغر من سطح
المرآة و لا يزال يتصاغر بتباعد الكثيف مع اسطالة الي ان
يدق جدا و كلما / استدق اشتد ضؤه لتراكم الاشعة الي
ان ينطبق علي سهم الاسطوانة و هو خط ثم ياخذ في

S.26a/26b

عرض ما متسعا الي ما لا يتصور له نهاية فلو كان موضعها المقعرة الاسطوانية التي نصف قطرها عشرة لوجدنا ساير الامور التي اعتيرة في غيرها مطابقه لما ينعكس فيها سوي شكل الضؤ و سوي الامتداد الشبيهة بامتداد ضؤ اختها الاسطوانيه و لا نجد بينهما من الفارق الا اننا اذا قطعنا مسافة الانعكاس فيما بين المنطقة و سطح المرآة وجدنا الضؤ اخذا في الدقه و شدة الاضاء الا اننا لكن لا نجد تلك النهاية التي هي كالاخط المستقيم هنالك بل نجدها فوق المنتقة اذا قطعناه بالكثيف*

و اما المخوطتان المقعرتان فاذا ركبنا احديهما فيكون بحيث ينطبق الخط المستقيم الواقع في اسفل محل منها بالنسبة الي وضعها من المسطرة علي خط الغاية و عند الشد نراعي ان يكون مسقط الحجر وقعا علي مقعاطعة خط الغاية للدائرة التي كان / نصف قطرها متقدرا

O.29b/30a

بالاصابع الاربعة و العشرة و هذا تقدير اصطلاحي و الشرط الذي لا بد منه في الاعتبار كون نصف قطر تلك الدائرة في احديهما اقل من نصف قطر دايرة الارتفاع و في الاخري اكثر فكجد اوضاع الاعتبارات العنوانية كلها موجودة ههنا الا ما اختص به المقعرتان الاسطوانيتان من التضايق و شدة الضياء و الاستطالة الي النهاية الخطبة في

احديهما فوق المنطقة و في الاخري تحتها و سوي ما يتميز به موقع ضؤيها من الانزواء الي جهة راس المخروط بالنسبة الي شكل موقع ضؤ الاسطوانيتين تهذيب وضع كل نقطة من كل سطح من سطوح انواع المرائي السبعة بالقياس الي بقية سطح تلك المرآة مشابه لوضع ساير النقط من سطحها و لذلك لا تختلف خواص الانعكاس علي اي نقطة فرضت عليها و انما شخصنا تلك النقطتين في الكريتين المحدبة و المقعرة ليقعان علي مسقط الحجر من سطح المسطرة الواقع علي وضع خاص من مراكز ثقب المنطقة فيكون سطح الخيال قايم علي سطوحها و في الاسطوانيتين قد شخصنا الخط لهذا الوضع للوضع ايضا و هذا التشابه في / المسطحة ظاهر بل هو فيها متحد و في الكرية التحديب و التقعير الامر ظاهر ايضا لبساطه السطح التي تقتضي تشابه اجزايه اما الاسطوانيتين تحديبا و تقعيرا فكل نقطة نفرض علي ذلك السطح فيمكن ان يتقاطع عليها خط مستقيم و دايرة هما عين ما يتقاطع علي غيرها من سطح تلك الاسطوانه و في المخروطيتين التحديب و التقعير من ما نقطة من النقط التي تفرض علي احد السطحين الا و يتقاطع عليها خط مستقيم و دايرة فان اتحدت دايرة النقطتين اتضح التشابه و ان اختلفت

S.26b/27a

كان الاختلاف علي نسبة الانحراف فحصل التشابه و لم
يوثر الاختلاف الاصغرا او كبيرا في موقع الضؤ و بعدا او
قربا في ملتقي الاشعة علي السهم **تحقيق** فلو جعلنا هذه

المرائي المختلفة السطح علي عرض المسطرة اعني / منطبقة
الخطوط علي خط الاعتدال او منخرقة بشرط عدم تغير
مسقط الحجر فيما يوثر فيه التغير لم نجد امور العنوان
متغيرة ابدا غاية ما في الباب تغير وضع اسطالة موقع الضؤ
تنقيح لو املنا وضع المسطرة علي بكل مرآة من المرائي

O.30a/30b

السبعة و بكل وضع للمرآة من سطح المسطرة علي خط
الاتدال لو جدنا النظام الانعكاسي عن وضع الثقب من
سطح الافق لكنا لو استخرجنا سمت راس مركز الضؤ
من المنطقة في تلك الحالة بشرط وقوعه علي مسقط الحجر
لراينا بعده عن مركز الثقب الداخل منه الشعاع كبعد
مركز ضؤ الانعكاس الواقع علي الدائرة المارة بمراكز
الثقب عن سمت الراس **تقملة** قد تقدم اعتبار هذه
الخواص بالشمس فنقول و كذلك يكون الحال اذا
اعتبارت بمضي ذاتي غير الشمس او عرضي بان تدخل
بيت الاعتبار ليلا و تضع في مقابلة الثقب نارا او تدخلها
نهارا عند انصراف الشمس عن مسامته الثقب الاعتباري

و دخول ضوء فان منه فتري ساير اعتبارات الباب مطردة
بالانبوبة يغيرها و في كل هذه المراتي لو علمنا نقطة
مسقط الحجر بنقطة من الحجر لوجدنا صورتها علي مركز
ثقب الانعكاس من الورقة الملصقه عليه فعلمنا ان خطي
الاستقامة / و الانعكاس هنا ايضا في سطح واحد مع
العمود و ان زاويتي الاستقامة والانعكاس متساويتان
مطلب لا يكون الضوء المنعكاس الممتد طولاً بغير عرض
كالخط و لا طولاً عرضاً بغير ثخانة لانه عرض و لا يقوم
بغير جسم و قد مر مثله في اضواء الاستقامة و اذا كان
كذلك فان الضوء يلقي الصقيل علي محل ذي مقدار و
ينعكس في مثله و ان كان في غاية الدقة سؤال كيف قلم
ذلك و قد صرحتي بانه يتانهي مخروط الشعاع في المرآة
المقعرة علي نقطة ثم ياخذ في الاتساع و في الاسطوانية انه
ينتهي اليخط ثم ياخذ في الاتساع **جوابه** ان النقطة التي
اليها الانتهاء هي التي منها المبدأ فهي مشتركة بين راس
المخروطين فهما متصلان باكثر من نقطة و النقطة او اخط
المذكور ان امران / مشتركان بين المخروطين او المنشورين
لا فاصلين علي انا نقول ايضا انه قد تقدم في اول الكتاب

S.27a/27b

O.30b/31a

انا اذا اطلقنا النقطة و الخط في الاضواء قايمنا نعني بهما
امرین حسین لا النقطة و الخط الهندسین*

ب) قد تبين في المرصد الاول ان الضوء يشرق من كل
نقطة من المضيء علي كل نقطة قابلته من كثيف و انه علي
شكل مخروط بين المضيء و ثقب بين الاعتبار و علي
مخروط اخر بنسبة الاول بين الثقب و موقع الضوء من
حايط البيت او ارضه فنقول الضوء يشرق من جملة المضيء
الي جملة المضيء المرآة المسطحة المقابلة للمضيء بجملة وجهها
علي شكل مخروطي مثل المخروط الذي بين الثقب و
المضيء و ينعكس علي نسبة المخروط النافذ الي بيت
الاعتبار و بالتفصيل يشرق من كل نقطة من المضيء الي
سطح الصقيل علي مخروطات قاعدتها سطح الصقيل و
روسها تلك النقط كما انه يشرق من جملة المضيء الي كل
نقطة في سطح الصقيل علي مخروطات قاعدتها سطح
المضيء و روسها تلك القط و كذلك يكون بين كل مضيء
و مستضيء ذاتيا كان المضيء او عرضيا صقيلا كان
المستضيء او غير صقيل بملاحظة الكثافة*

ج) الضوء يشرق من جملة الصقيل الي جملة الموقع الذي
ينعكس الضوء اليه علي ما تقدم من الهمة المخروطية و
بطريق التفصيل يشرق بالانعكاس من كل نقطة من سطح

الصقيل الي ذلك المقع علي مخوطات قاعدتها المقع وروسها
 تلك النقط / كما يلتئم اشراقه الانعكاسي عن جملة سطح
 S.27b/28a الصقيل الي كل نقطة في موقعه بمخروطات قاعدتها سطح
 الصقيل وروسها تلك النقط و لذلك تري المريتات
 بالنعكاس بتفاصيل المعاني التي فيها لا تغادير منها شيا ان
 كانت المرآة مسطحة صحيحة التسطيح كلما كان وضع
 سطحها اقرب من القيام علي سهم الابصار ازداد الامر
 وضوحا و كذلك يكون الامر بالذات في ساير المرآئي غير
 انه باعرض ما يصدر عن اختلاف اشكال بسطوحها يمكن
 وقوع الاشتباه في تلك المعاني و صدور الغلط و سيأتي

تفصيله* / O.31a/31b

(د) الاضؤ الاخره من مبديها الي تفرق و اتساع في
 المخروط تضعف لعلتين الاولي التفرق الثانية البعد المطلق و
 الاخره الي اجتماع تقوي بعلة التضام و التجمع و القرب
 الخاص*

الفصل الثالث

في الانعكاس لما استقصينا امر الاضوأ المنعكسه فوجدناها
لا تصدر الا عن صقيل و لا تصدر عن خشن السطح و لا
عن متخلخه و لا عن ذي لون محصوص دون غيره و لا
عن يابس دون لين اذا لم يكن سطحها صقيلا و وجدناها
تنعكس عن سطوح المشفات الصقيلة و مع ذلك تنفذ في
اجرامها و اطرده ذلك في بالاستقرا في الاجسام المختلفة
الخصوصيات لا جرم جزمنا بان ذلك من خصوصيات
الصقالة لا محالة و قد جعلوا لتصويره امثله تقرب الي
الافهام معرفته و ان كان فيها الفارق واصحا لما يفهم من
تلك الامثله من خواص الانعكاس و ذلك اننا اذا رمينا
بيندقة صغيرة من قوس الي سطح مرآة قايم علي الخط
المستقيم الذي وصلت عليه البندقه الي سطح المرآة رميا
قويا لا تقتضي خرقا و لا ازعاجا للمرآة فاننا نجد البندقة
تعود مسافة ما علي ذلك الخط الذي توجهت عليه ثم
يعرض لها ميل لثقلها الي الاسفل و اذا حولنا مجري البندقة
او المرآة عن القيام و رةينا الها وجدنا عود البندقة الي مقابلة

جهة الرامي علي الاستقامة هيئة ثم يعرض لها الميل المربور و نري نسبي البعد عن السطح للبندقية في جهتي ورودها و صدورها واحدة لان القوة الحركة في / المبداء اقتضت العود علي تلك النسبة بعد المدافعة و هذا لامر كاف في التشخيص و التصوير و لا يسوغ لنا الهجوم بواسطة هذا المثال ان ذلك لمدافعة سطح المرآة ببيوستة الاشعة اذ الاضوا لا يمنعها عن السلوك بيوستة شفاف كالبلور و الياقوت و لا يضعفها بيس يابس منه دون ما يضعفها النفوذ في لين

S.28a/28b

شفاف / جدا كالماء مع ان اللين الذي فيه كثافة يحجبها و

O.31b/32a

يمنعها عن النفوذ بالمرآة مثل الحليب و السمن الجامد و اشباه ذلك بقي الكلام في نفوذ الضو في المشف و انعكاسه عن سطحه هل يلزم منه صيرورة الواحد اثنين مختلفي القوة وردا و صدرا مع اتحاد المبدأ او ان المبدأ متعدد و الصقالة مظهر احدها و الشفيف مظهر الاخر و ذلك من الغوامض و يمكن الجواب عنه بان التوحد لا يمنع اختلاف الظور بحسب اختلاف المظاهر فسبحان العليم لا يقال انا نجد بعض الاشيا الكثيفة الغير صقيلة يصدر عنها ضو انعكاس ايضا لانا نقول لا يوجد ذلك عن مثال ما ذكر من الاجسام الا و فيه بعض اجزاء براقاة صقيلة تقتضي ذلك يصير القليل منها مع القليل كثيرا*

الفصل الرابع

في مائة ادراك المبصرات بالنعكاس اختلف ارباب النظر في ذلك فذهبت طائفة من الطبيعيين الي ان ذلك يكون بانطباع الصور في المرئي و ذهب اصحاب التعامل الي ان الشعاع الخروط الذي يبرز من الابصار يلقي الصقيل ثم ينعكس عنه علي النهاج المذكور الي ان يلقي المرئي فيدركه و كل من الفريقين قد اهتم بالنسبة الواقعة بين البصر و المبصر لكنهم لاشتغالهم بمعضات الامور و مهماتها لم يحققوا في ذلك المقام مناطا و لم يحصلوا لتلك النسبة ارتباط و الذي حرره المحققون و قرره المنقحون الصارفون مهم الي مثل ذلك انه قد تقرر بالاعتبارات الصحيحة و الاختبارات الرجيحة ان الاضوا الانعكاسية تحمل الالوان الي مواقعها و كنا مع ذلك لا نري جرم المضئ الذاتي الداخل شعاعه في الة الاعتبار من ثقب ط مثلا الا من الثقب الاخر المنعكس اليه الضؤ و هوح و اذا كان الامر كذلك مطرد او كنا لا نري في المرآة / الا ما

S.28b/29a

كان علي نسبة من تلك النسب الحاصلة من الثقوب مع
كون المرئي مضيئا فاخلق ان يكون الابصار بايراد الشعاع
/ او الضؤ لون المرئي الي سطح المرآة ثم ايراده الي سطح
O.32a/32b
الجليدية بالانعكاس اذا كانت الحدقة في مثل ذلك الموقع
كما يورد الي سطح كل كثيف كان واقعا في موقعة
الخاص به فيحصل الابصار كما في المرئيات باستقامة
الشعاع و لو كان في المرآة صورة منطبعة لادر كها البصر
من سائر الجهات و علي سائر الاوضاع التي تقابل سطح
المرآة و ليس كذلك فان المرآة الموضوعه علي وضع ما لا
نري بها الا ما كان علي تلك النسبة و ذلك الوضع و اذا
تحولت عنها الي جهة اخري مع ثبات وضعها اختفي ذلك
المرئي و ظهر ما وقع علي ذلك الوضع من غير ذلك المرئي
و اذا امرنا من يميل المرآة مع ثبات محل رويتنا الي مثل
وضع المرئي الاول منها راينا ذلك الاول و اذا تحركنا
يسيرا و المرآة ثابتة تحرك وضع الصورة المرئية و باتصال
التحرك الي جهة واحدة نراه سايرا في سطح المرآة الي
انقضاء السطح فيختفي المرئي شيا فشيا الي ان يختفي
باجمعه و اذا نظرنا الي مرئي قايم من مرآة موازية لسطح
الافق راينا راس المرئي الي اسفل كانه غايص في المرآة
منقلب و هذا انقلاب و هي لا وضعي محقق كما يكون

في المقعرات و سببه قرب موقع سهم المخروط الذي يري
راس القايم عليه هنا بالنسبة الي موقع اسفله فانه ابعد و
هذا من الاغلاط و سنحزر الكلام عليهم اذا نظرنا الي
وجهنا فاننا تري الخال الواقع في يمين وجهنا في مقابلة تلك
الجهة من الصورة المظنون انطباعها في المرآة فما كان في
الخد الا يسير و بالعكس انقلابا و هميا لا حقيقيا لاننا
نظن شخصا مقابلا لنا و هذه الحالة تقتضي ان يمين
الشخص الذي يقابلنا يسار لنا و سيأتي تحرره في الاغلاط
و قد يري الوجه في المرآتي المقعرة مقلوب الجهات الاربع
المقابلة و هي اليمين اليسار و الفوق التحت قلبا حقيقي
الوضع او يراها مستوية اجمع او تنقلب جهة الفوق الي
التحت مع بقاء جهتي اليمين اليسار علي وضعها و كل
هذه الاحوال تنافي القول بالانطباع اعتبار ذلك ان تركيب
المرآة المسطحة علي الوضع / المتقدم / في الالة و نكتب
لفظه علي ورقه بيضا و نلصقها علي ثقب من داخل
سطح المنطقه من غير ثقب ب و ننظر باحدي العينين من
الثقب الانعكاسي الذي يقابله بالصق محجر العين علي
سطح المنطقه فوق الثقب فنري الكملة مقلوبة اليمين و
اليسار توها و جهتا الفوق و التحت ينقلبان ايضا انقلابا
و هميا كما يقع في روية القايم منتكسا ثم نركب المرآة

S.29a/29b

O.32b/33a

الكرية المحدبة فنري الامر من الانقلاب الوهمي بتلك
الحالة الا اننا نري الكتابة ادق و متسافة كتابة الكلمة
اصغرهما كانت عليه ثم نضع الكرية المقعرة فان كان
مركز تقعرها فوق المنطقة رايت الكلمة كبيرة المسافة و
خطها عريض بحسب القرب من سطح التتقة الاعلي و
البعد منه فانه ههما كان قريبا من محل القوة الباصرة و
كان محل الاحساس متوسطا بينه و بين سطح المرآة كان
غلظ الخط اقوي و متي بعد عنه في هذا الوضع تصاغر
الشكل و مع ذلك تري مقلوبة اليمين و اليسار و الفوق و
التحت بالانقلاب الوهمي و ان كان المركز تحت المنتقه
رويت الكلمة منكوسة اعلاها اسفل و يمينها يسار و
بالعكس فتتبدل جهاتها الاربع و تنقلب الصورة قلبا
و ضعيا حقيقيا و مع ذلك فكلما كان المركز قريبا من
البصر روي الخط اغلظكلما بعد دق ثم نضع الاسطوانية
المحدبة فنري الكلمة منها كما راينا من المحدبة الا انها ههنا
تري ممتدة كامتداد الاسطوانة و كذلك المرآة المخروطية
المحدبة و ان كان في امتدادها انزوا حسب ما يقتضيه
شكل المخروط ثم نركب المقعرة الاسطوانية و يختبر موقع
سهما هل هو علي مركز الثقب فووه او تحته فيكون
الروية بحسب البعد كما تقدم في المقعرة الكرية الا انه

يكون معه استطاله الي جهة امتداد السهم و في المقعرة
المخروطية بحسب موقع سهم المخروط من المنطقة يكون
الامر علي نسق الاسطوانة بزيادة الانزوا في صورة المرئي
فقط حسب انزواء المخروط / فالحاصل ان سطوح المرئي 0.33a/33b
يقع عليها الاسعة الواردة من كل صورة قابلت سطحها
مقابلة حقيقية او مقابلة مجانبية بالاضواء الثانية بل من كل
نقطة من الصورة الي كل نقطة من المراة حسبها مر في غير
موضع و تنعكس تلك الاشعة علي / الوضع المخصوص S.29b/30a
الي ما يقتضيه ذلك الوضع من الجهة حاملة للون تلك
الصور فكل بصرحا ذي راس مخروط من تلك المخروطات
المتعدده المنعكسة راي الشحص الذي صدر عنه ذلك
الضؤ بلانعكاس خاتمه لا تمتزج الاضواء و الالوان المخمولة
فيها بعد الانعكاس ابداء كما لم تمتزج في الاضواء المستقيمة
و قد مر اعتباره و ههنا يعتبر بوضع مراة في ارض بيت
مستضي و بعلق علي كل من حيطانه الاربعة ستر بلون
مخصوص ثم ينظر الراي فيري بالنعكاس اللون الذي الستر
المقابل له ثم يتحول الي الجهة الاخري فيري اللون المقابل
الي ان يري الجميع علي الوانها لم يشب احدها شايية
خلط و لا امتزاج و كلها قد انتقلت الوانها مصاحبة
الاضواء الي سطح المراة و انعكست عنها الي الجهات

المخصوصة التي تري منها فلو حصل اذ في امتزاج لا ذي
الي نقص في اللون او زيادة حسب ما يقتضية الامتزاج و
كذلك يري الاشخاص المتعدد دون في وقت واحد في
سطحها صوراً لا تتناهي بحسب اوضاع المرئيات من كل
نقطة علي سطح المرآة بالنسبة الي محال تلك الابصار في
تنقل تلك الاوضاع علي نقط لا نهاية لها و لا بشوبها
امتزاج كما مر اعتباره و هذا هما يحار فيه الفهم و
ينكص عنه الوهم*



الفصل الخامس

في احصا خواص الانعكاس و ذلك ثمان خواص*

ا) المرآة الثابتة الوضع اذا راي بها شخص مرتين ثابتا من محل من سطحها فلا يمكن ان يراه من ذلك المحل من المرآة و اخذ اخر معه بل اذا جازت رويته الاخر فتكون من محل

اخر و ذلك ثابت بالعيان / العنوان*

O.33b/34a

ب) الضوء المنعكس بالصورة الي البصر يكون مخروطي الشكل قاعدته المبصر علي اي شكل كان و راسه عند حاسة البصر و هو منكسر علي سطح المرآة و نعني بالمخروطي ما كان ذا انحراف اي اخذا من سعة ما بتضايق ما الي ان ينتهي تلاقي تلك الخطوط التعليميه المبتديه من سطحه علي نقطة هي نهاية امتدادها سواء كانت قاعدة المخروط من الاشكال المستديرة او المضلعه او المخرقه او سطحها ملتويا علي غير نسبة طبيعية كحرف مكتوب علي

قرطاس او ما اشبه ذلك*/

S.30a/30b

(ج) المخروط الشعاعي الذي راسه عند البصر و قاعدته الصورة التي تري في المرآة المسطحة اذا توهمنا سهمه ممتدا علي الاستقامة الي قدر بعد موقع السهم من سطح المرآة عن موقعه من المرئي ثم توهمت تلك الاشعة التي علي سطح المخروط خارجة في استقامة الي محاذة موقع السهم كانت قاعدة مخروطه هنالك قدر سطح المرئي سوا سيجي البرهان علي ذلك في فصل الخيال*

(د) كما لا تتناهي الاضواء في مراتبها فكذلك لا تتناهي اضواء الانعكاس ايضا في مراتبها فتكون اول و ثواني و ثوالث و هلم جرا اعتباره ان نضع مرآة مسطحة في مقابلتنا و اخري مثلها يستر قفاها منا الانف و ما تحتها يتقابل ووجهها وجهه المرآة الاولي و نضع سراجا وراء المرآة الاولي فوق محيطها بحيث يقع ضوءه بجملته علي المرآة الثانية و نحدق في تلك الاولي فنري فيها صورة المرآة الثانية و صورة الضوء و في ضوء تلك الصورة صورة الاولي التي فيها ايضا صورة الثانية بما فيها من ضوء السراج و تتصاغر المرآة المرئية بحسب الانحراف الصادر في مسامات التكرار فتري واحدة فيها واحدة فيها اخري الي ان يعجز الرائي عن الادراك للتصاغر او لتقارب صور الاضواء من سهم المخروط الموذي الي اخطلاطها بالمجانبة او بالمحاداة فلا

يتيسر تشخيص عدة كثيرة منها و حيث وجد ذلك
متكررا في خمسة مراتب او ستة فيجوز في اكثر منها و لا
يسع / الوهم تشخيص تناهيه عند مرتبة دون غيرها*

O.34a/34b

ه) لا تتناهي امكان روية الصور في المرآة اذ ما من نقطة
من النقط المتوهمة علي سطحها الا و يمكن ان يكون
مركز القاعدة مرثي يتصور روية عليها لعدم تصور التناهي
في تلك النقط و الجواز توارد مرينات لا تتناهي عليه فلا
تتناهي لتلك الصور بالقوة و لا بالفعل*

و) كل خط وصل بين المضي و سطح المرآة ان كان
عمودا علي نقطة من السطح انعكست صورة النقطة من
المضي عليه ايضا الي نفسها فيكون ذلك الخط خط
استقامة و خط انعكاس معه لكنها يتمايز ان / مبدا و
انتهاء*

S.30b/31a

ر) المرآة المسطحة جميع سطحها يمكن ان يواجه البصر
فيرى و لو اتسعت جدا و المرآة المدببة الكرية يري منها
قطعة محيط بها دائرة يكون الخط الاخذ من مركز البصر
الي مركز الكرة مارا بقكبها و الخطوط المماسة للكرة من
المارة بالبصر حالتيز تكون علي محيطها و لا تكون هذه
القطعة نصف الكرة ابدا بالنسبة الي عين واحدة صغرت
الكرة او كبرت و يري من المقعرة الكرية النصف بل

يتصور روية اكثر من ذلك كما لا يخفي و المقعرتان من الاسطوانة و المخروط كذلك يكون المرئي منهما نصف الاسطوانة و نصف المخروط مع جواز روية الاكثر من النصف و يحيط بالمرئي من المقعرة الاسطوانية شكل مربع يتقابل من اضلاعة قطعنا دائرة من محيطي قاعدته و خطان مستقيمان و يحيط بما يري من المقعرة المخروطية شكل مثلث يحيط به خطان مستقيمان يلتقيان علي راس المخروط و قطعة دائرة من محيط قادته و المحدثان من المرآة الاسطوانية و المخروطية تكون شكل المرئي من كل منهما نظير الشكل المرئي من النظيرة المقعرة الا انه في هاتين المرأتين يكون اقل من نصف الاسطوانة و المخروط و لا

يجوز كونه نصفاً او اكثر* /

O.34b/35a

(ح) المخروط التام اذا كان صقيل المخدب فان كان مركز البصر علي سمت سهمه و في جهة راسه روي باجمعه و كذلك المخروط الصقيل المقعر اذا كان البصر علي سمت السهم و في جهة القاعدة و كذلك ان مال عن ذلك السمتم مقداراً لا يسامت به خطاً مستقيماً كانياً علي سطحه و ان كان خلاف ذلك روي من المخدب مثلث كما تقدم و من المقعر شكل اترجي قد تنعدم روية المقعر عنده مسامته مركز البصر لسمت سطح القاعدة*

الفصل السادس

S.31a/31b في الخيالات و واقعها / و يشتمل علي خمسة مقاصد

المقصد الاول في خيالات المرآة المسطحة و فيه صدر
و سبع مسائل.

الصدر الصورة التي يظنها الرائي غايصة في سطح المرآة
تسي الخيال و ما يتوهم منها ممتدا علي السطح يسمي قطر
الانعكاس ان كان المرئي خطا و يسمي سطح الانعكاس
ان كان المرئي سطحا و كل نقطة من تلك الصورة الممتدة
تسمي نقطة الانعكاس و العمود المتوهم قائما علي السطح
من هذه النقطة تسمي عمود الانعكاس و السطح الذي
عليه تتوهم زاويتا الاستقامة و الانعكاس اعني سطح

الارتفاع يسمى سطح الخيال ايضا و لنسم الاعتبار
المتقدمة البرهنة بالاشكال الاتية دستورا و نقول المسألة*

(ا) نقاط الشخص المرئي بالانعكاس ان كانت كلها علي
خط مستقيم و هو عمود علي سطح المرآة المتحد فصل
انعكاسها و كذا ان مالت و كانت مع مركز البصر في
سطح واحد اعتبره ان نضع علي سطح المرآة ميلا
اسطوانيا صحيحا عمودا فنري بالاستقامة بدن الميل قائما و
بالانعكاس نري اخر ممتدا غايضا في ثخن المرآة غلطا و قد
صارا كميل واحد مستقيم لان مركز البصر و خطا
مستقيما¹ علي بدن الميل و نقاط الانعكاس كلها علي

O.35a/35b

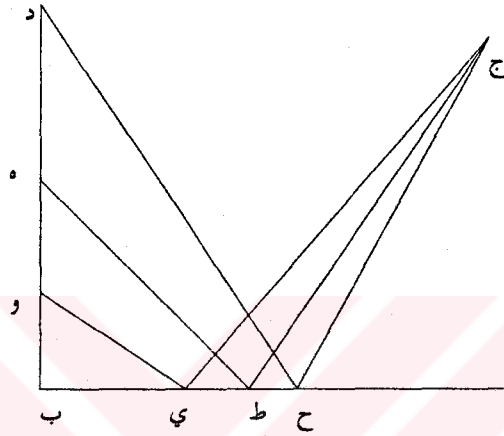
سطح خيالها / المتحد وليكن اب فصل الانعكاس علي
تلك المرآة و ج مركز البصر و ب د خط مستقيم في
سطح اسطوانة الميل و هو قائما علي فصل الانعكاس و كل
من ه و نقطتان بينهما فنعلم براس القلم مع ثبات وضع
الروية و كونها بمقلة واحدة علي نقاط انعكاسها فنجد
نقطة انعكاس د علامة ح و نقطة انعكاس ه علامة ط

و نقطة انعكاس و علامة ي و نري العلامات مع اب علي
خط مستقيم و نري علامة ي تلي علامة ب يليها ح

(1) خط مستقيم s.

فتتصور خطوط الاستقامة و الانعكاس منها علي هذا الشكل فقطر الانعكاس لميل دب هو خط ح ب اجملا و بالتفصيل قطر ده هو ح ط و قطره و هو ط ي و قطر و ب خط ي ب ثم لكون خط الميل و خط فصل الانعكاس في سطح مستقيم واحد بل يكون الميل / و قطر الانعكاس

S.31b/32a



في سطح مستقيم من مجسم واحد يريان خطا واحدا بل قضيبا واحدا و قد سبق تعليقه في اغلاط الاستقامة و انما نظنه غايضا لتوهمنا قربه منافي امتداده الذي الي جهتنا بعدا عنا للامتداد الاخر الذي به الروية الانعكاسيه فتوهم غوصه بسبب شدة الصقالة التي تمنع روية سطح المرآة و تقتضي توهم كون السطح كرة خالية وراها شبح و ان املناه في سطح الخيال امام او وراء كانت نقاط الانعكاس علي خط مستقيم ايضا لاتحاد سطح الخيال لها و ربما وقع الغلط في كون الميل و و خياله واحدا و وقوع الغلط في

الصورة الاولى اكثر و ان امناه بمنة او يسرة ظهر ميله و لم يقع غلط في الاستقامة لتعدد فصول الانعكاس و يري هو و هياته كشعبي قضيب*

(ب) في موقع الخيال لما راى الناظرون في هذا العلم ان الميل

/ المرئي تارة يري مستويا بطوله و تارة اقصر و تارة اطول

O.35b/36a

و مارة منكوسا و تارة بخياليين مستو و منكوس في انواع

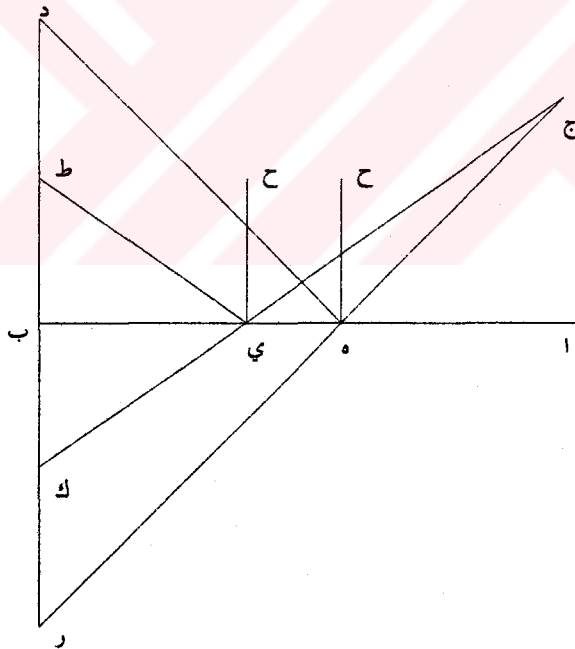
المرائي فاكثر حوا لضبط تلك الشوارد اشكالا تجمع تعاليل

الاختلافات و هي ان يتوهم خط الميل عمودا نافذا من

السطح و خطوط الانعكاس نافذه ايضا و ضبطوا زواياه

فوقفوا علي المراد / فليكن لبيان ذلك في مرآة

S.32a/32b



مسطحة اب ج د الدستور و وليكن دب قائما علي اب فه
 نقطة انعكاس د فنصل ده و نخرج دب في جهة ب و
 نصل ح ه و نخرجه في جهة ه فليقي دب علي ز لان زاوية
 ح ه ب اكبر من قائمة فز خيال د ثم نقيم علي اب من
 نقطة ه عمود ه ح و هو عمود الانعكاس و نقول قد
 كانت زاوية ج ه ح مساوية لزاوية ده ح بالعنوان و زاوية
 ه دب تساوي ده ح مبادلتها كما سوات زاوية ج ه ح
 الخارجة زاوية ه ر ب الدخلة وه ب قايم علي در فمثلا ه
 دب, ه ر ب متساويان لتساوي زاويي ه دب, ه ر ب و
 زاويي ب القايمتين و ضلعي دب ب ر فضلعا ه ده ر ايضا
 متساويان و زاويتا ده ب, ره ب اعني ج ه ا ايضا
 متساويتان و ظهر هنا منشا اخر للغلط و هو توهم نفود
 شعاع ج ه الي ر لما الفه من زوية الصور في الكوي ح
 ضوء الاستقامة الانبي بصورة المرئي الي سطح المراة يكون
 انخراط مثل انخراط مخروط انعكاسه الي البصر و ليكن
 لبيانه في هذا الشكل اننا نعلم في خطا الميل علامة ط بين
 دب فتكون نقطة انعكاسها بين ه ب و ليكون علي ي و
 يكون خيالها بين ب ر فنفضه علي ك فنخرج عمود
 الانعكاس و هو ي ح و ببرهان الدستور / يثبت تساوي
 الاضلاع النظائير و الزوايا من مثلثي ي ط ب, ي ك ب

O.36a/36b

فيثبت ايضا ان انخراط سطح ه ي د ط ك انخراط ج ه ي اعني انخراط ح ر ك بجملته لتساوي قاعدتي د ط ر ك و تساوي قاعدتي ط ب ك ب و كل من زاويتي د ط لنظيرتهما من ر ك و وحده فصل ه ي المشترك*

د) طريق استخراج نقطة الانعكاس لنقطة مرتبة مفروضة و لتكن د من هذا الشكل فنخرج منها علي نقطة من السطح وليكن علي ب من اب عمود دب و ننفذه في جهة ب و نفصل من المخرج ب ر مثل ب د و نصل ر بمرکز البصر و ليكن ج فيقطع اب علي ه فه نقطة

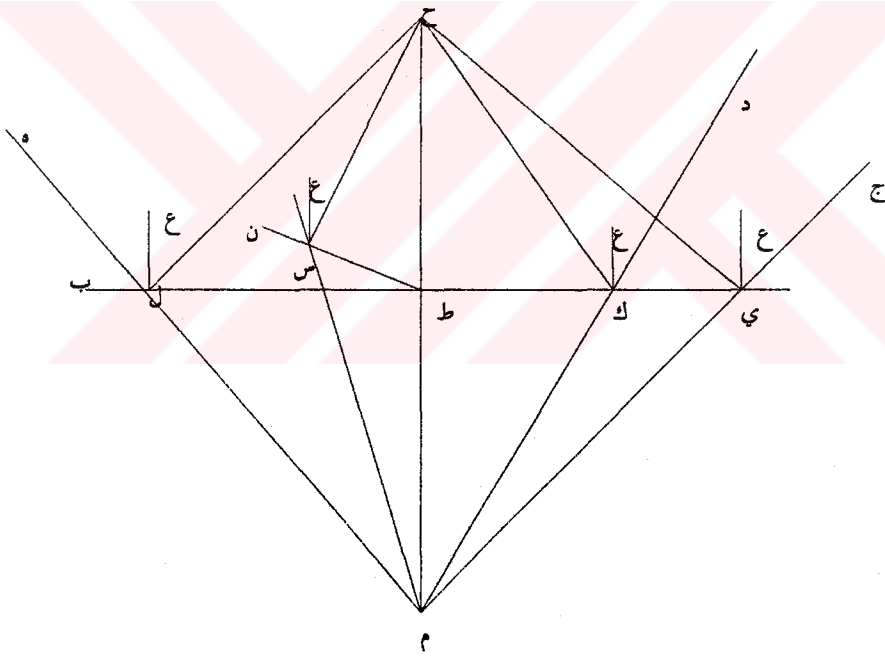
الانعكاس و انما يقطعه لان زاوية ره ا اكبر من قائمة و انما كانت ه تلك النقطة لاننا اذا اقمنا علي ه من اب عمود انعكاس ه ح تبين بعكس برهان الدستور تساوي زاويتي ح ه ج ج ه د فبالعنوان / يثبت المدعي و هو المطلوب*

S.32b33a

ه) كل نقطة من سطح مرآة وصل بينها و بين البصر خط هو عمود علي السطح فلا خيال لها و البصر لا يدرك من تلك النقطة بالانعكاس سوي دائرة من يؤبؤ العين مركزها مركز البصر و انما كانت دائرة لانخراط الضوء الوارد الي البصر بالصورة الي سعة و البرهان في العنوان لاتحد خطوط الاستقامة و الانعكاس و عموده و الحكم عام لجميع انواع المرايي*

و) خيالات النقط المتعددة لمبصر واحد متعددة ايضا و يتعدد نقاط انعكاسها ببرهان الدستور و يلزم الخلف بفرض خلاف المدعي و هو اختلاف تلك الزوايا و الاضلاع*

ر) خيال النقطة الواحدة المرئية واحد علي العمود المعمود المخرج من السطح سواء تعدد الرائي او اتحد و سواء كان من مراكز ابصار الرايين في سطح خيال واحدا و في اكثر في جهة واحدة او في جهتين و ان تعددت نقاط انعكاسها فليكن لبيان هذه الصورة كلها اب فصل الانعكاس و ج ه



د مراكز ابصار متفقة الوقوع في سطح خيال واحد/ و ر مركز بصر اخر في سطح مخالف فصل لفصل النقطة اب و

O.36b/37a

ح المريثه فنخرج منها علي سطح المرآة عمودا فيلقي
السطح علي نقطة ط من فصل الانعكاس ثم نخرجه في
جهة ط و ليكن نقاط انعكاس ح الي كل من ايضا ر ح د
ه نقاط ي ك ل و نصل ج ي و تنفذه و كذلك دي و
مثله هل و نقول كلها تقع علي نقطة م من العمود المخرج
في جهة ط / ثم ليكن فصل الانعكاس لمركز بصر ر خط
ط ن فيكون ط ح عمودا علي ط ن ايضا لانه في سطح
المرآة الذي قام عليه ح ط و ليكن نقطة انعكاس ح الي ر
عليه علي س و فصل ر س و نخرجه في جهة س فيقع علي
م هي خياله ايضا برهانه ان نقيم علي نقاط انعكاس ي ك
س ل اعمودة انعكاس ع التي نفصل زاوية الاستقامة من
زاوية الانعكاس بمتساويتين فيثبت ببرهان الدستور تساوي
مثلثي ي ح ط, ي م ط و مثلثي ك ح ط, ك م ط كما
يتساوي مثلثا س ح ط, س م ط و مثلثا ل ح ط, ل م ط
و بقية الزوايا و الاضلاع و ذلك ما توخينا*

S.32b/33a

المقصد الثاني في خيالات المرآة الكرية المحدبة*/

O.37a/37b

مقدمة لتوهم في سطح الخيال الواقع علي المرآئي المحدبة
خطا مستقيما يماس دائرة فصل انعكاسها علي نقطة
الانعكاس نعتبر به الزوايا فان خط الانعكاس اذا نفذناه
الي ان يلقي¹ العمود الذي عليه النقطة المرئية و المخرج
داخل المرآة فانه يلقاه تارة علي مقاطعته لفصل الانعكاس
و تارة داخل الفصل و تارة خارجة فيما بين تلك المقاطعة
و مقاطعة الخط الذي يماس الفصل للعمود و في هذا الباب
ست مسایل*

ا) فصل الانعكاس دائرة عظمي لان سطح الخيال الذي
هو سطح الارتفاع في العنوان قايم علي محدب كرة المرآة
فهو يقطع الكرة و يمر بالمركز ففصله دائرة عظمي و
انصاف اقطار هذا السطح تكون اعمدة علي مقعرة² المرآة
و محدبها*

ب) تتالي نقاط الانعكاس بتتالي نقاط الميل علي ترتيب
تتاليها في مثل ذلك من المسطحة و اعتباره بمثل ما تقدم
هنالك و البرهان كالبرهان*

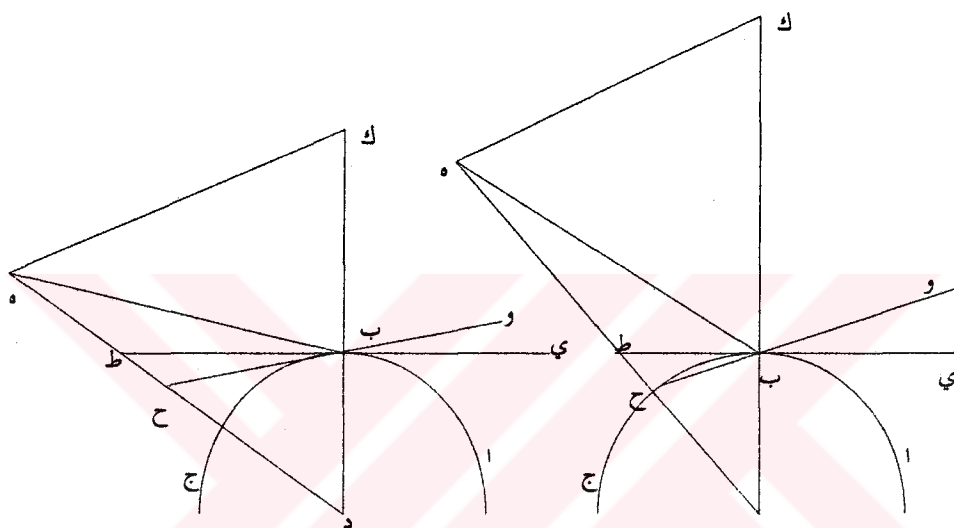
ج) نريدان نجد موقع نقطة الخيال من العمود في هذه المرآة
فلنقم علي فصل انعكاس ا ب ج عمود ه د وليكن د علي

1) يلقي s.

2) مقعر o.

ب ط مساويا لزاوية ه ب ط فنسبة ح ب الي ب ه
 كنسبة ح ط الي ط ه و نخرج ه ك يوازي ب ح فيكون
 زاوية ه ب ك مثل زاوية ه ك ب اعني ح ب د, فه ك
 يساوي ه ب / فنسبة ه ب الي ب ح, و ه ط الي ط ح
 كنسبة ده الي دح و يطرد البرهان في جميع اختلافات الوقوع

O.37b/38a



و ذلك ما اردناه و لهذا الشكل اختلاف وقوع لان خط
 دب 1 اذا نفذ فانه ربما وقع علي القطر داخل الفصل كما
 في هذا الشكل و ربما وقع علي مقاطعة العمود للفصل و
 ربما وقع خارج المقاطعة بينها و بين نقطة ط و يمثل هذا
 البيان يتم البرهان في الاشكال الثلاثة*

1) و ب s.

2) اذ s.

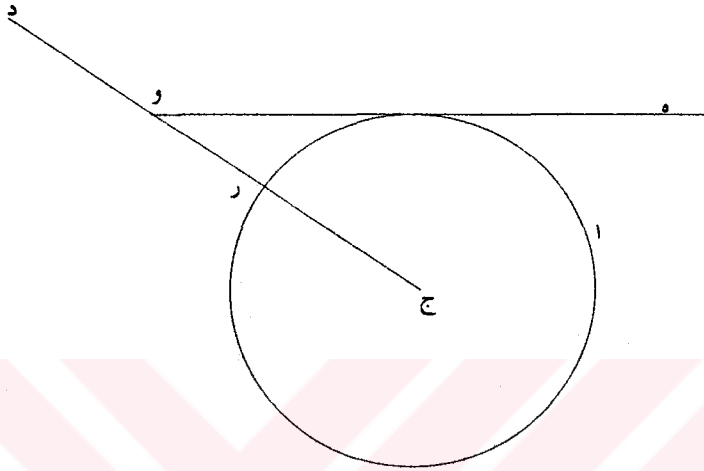
د) قد يري جميع الميل القايم علي سطح المرآة و قد يختفي
 منه عن البصر / ما قرب من سطح المرآة بنسبة وضعه من
 البصر فليكن اب فصلا¹ و العمود المرئي المار بمركز ج د
 ب و مركز البصر نقطة ه و نخرج منها خطا يماس الفصل
 فيقطع عمود دب علي ر و هي النقطة التي لا يري ببصر
 ه ما بينها و بين الفصل من العمود اعني ما بين ب و لا
 بالاستقامة و الانعكاس و لنسمها الفاصلة و نقطة
 المماسه جرما يري من الفصل و اذا ثبتت نقطة ه و اديرت
 نقطة المماسه رسمت علي الكرة دايرة تحد المرئي من كرة
 المرآة عن غيره*

S.34a/34b

ه) خيالات النقاط المتعددة علي الميل الواحد لناظر متوحد
 نتعدد*

و) خيالات النقطة الواحدة لراي متعدد تتعدد ما لم يكن
 ارتفاع مراكز النواظر عن السطح الذي يماس نقطة الانعكاس
 متساويا و كل منها في سطح خيال غير الذي عليه الاخر
 فليكن لبيان ذلك في المسالتين دايرة اب ح قطعة من
 فصل انعكاس المرآة و مركز الكرة د و نقطتا ه و من خط
 الميل مرئيتان لبصر واحد و هو ح و الكل في سطح واحد

ولتكن نقطة انعكاس ه علي ب و نقطة الانعكاس لوعلي
 ط فخيال ه نقطة ي و خيال و نقطة ي و بعد اخراج
 عمودي دب دط نقول قد تعددت خيالات نقطتي ه و
 لتوحد بصر ح و تعددت نقاط الانعكاس مع قيام برهان

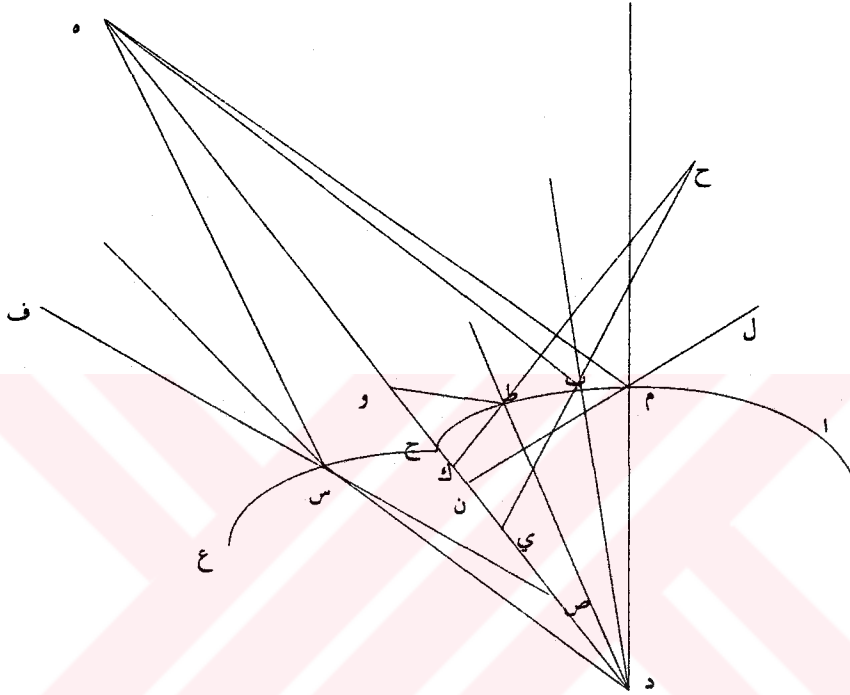


العنوان الثابت بالعيان علي استواء زاويتي الاستقامة و
 الانعكاس لكل منهما و ان تعدد الرائي بان كان مركز
 بصره ل و اتحد المرئي و هو ه و كانت نقطة الانعكاس م
 و الكل في سطح خيال ح كان الخيال ن و اختلف موقع
 الخيال ايضا فيما شهد بصحة العنوان و ان كان مركز
 بصر الرائي ف و المرئي ه لكنهما في سطح خيال غير
 الاول و ارتفاع ف عن السطح الذي يماس نقطة
 الانعكاس / غير مساو لواحد من ارتفاعي ل ح و كان /
 فصل ارتفاعه قطعة دائرة ج س ع علي سطح هذه المراة

S.34b/35a

O.38b/39a

لكان الخيال نقطة ص و لم يتحد مع احد خيالي ك ي مع
 شهادة العنوان لصحة الخيالات و اما المستثني فظاهر لانه
 اذا استوت الارتفاعات استوت ابعاد نقاط الانعكاس من
 موقع العمود و هو نقطة ج فتتحد نقطة الخيال*



المقصد الثالث في خيالات المحدثين الاسطوانية و

المخروطية خيالاتهما بحسب ما عليهما من الفصول فان
 كان خطا مستقيما فالخيالات كخيالات المراة المسطحة لما
 وقع في سطح الخيال الفاصل فقط و ان كان قطعة دايرة
 من الاسطوانية خاصة فكخيالات المحدث الكرية في سطح

فيقاطع خط ج د وليكن علي د خارج تحديب الفصل و
الا لكان القطع خطا مستقيما و لا يجوز ان يكون كل من
الخطين المماسين علي طرف قطر واحد ليكونا غير
متلاقين اذ لا يتصور هنالك روية الميل بالانعكاس مطلقا
لاتحاد العمودين المخرجين علي نقطة التماس و
صيورتهم مع القطر خطا واحدا ثم نصل ب ج بخط
مستقيم و نخرج من ب علي ب ح عمود ب ط و ننفذه
في جهة ب و نقول لان كلا من زاويتي ط ب ح، ه ج
ب اكبر من قائمة فخطا ط ب، ه ج يتقاطعان اذا اخرجنا
في جهتي ب ج فليلتقيان علي ي ثم نصل ب ر و ننفذه
الي خط ه ي فيقع منه في هذا المثال علي نقطة ك في
نصف قطر ج ي في هذا الشكل و هي نقطة الخيال المرئي
ه و لهذا الشكل اختلاف وقوع اذ يجوز انطباق نقطة ك
علي ج و وقوعها بين نقطتي ح ج و يمثل ما مر في الكرية
المحدبة من البرهان يتبين ههنا ان زاويتي ه ب ح، ح ب ك
مساويتان و نصل ط ه بخط يوازي خط ب ك فيكون
زاوية ه ب ط مثل زاوية ه ط ب اعني زاوية ك ب ي فه
ط يساوي ه ب / فنسبة ه ب الي ب ك و ه ح الي ح ك
كنسبة ه ي الي ي ك و ذلك ما قصدناه*

O.39b/40a

المقصد الرابع في خيالات المرآة الكرية المقعرة و فيه

عشرة مباحث*

(ا) اذا كان مركز البصر و المرآة الكرية المقعرة في موضع واحد فلا يصح ان يدرك الرائي عن سطح تلك المرآة شيئا لانه علي كل الاعمدة التي علي سطحها / فلا يري بالانعكاس الاسواد ناظره من جملة سطحها و يري لون المرآة بالضوء الواقع عليها لا بالانعكاس فلا صورة و لا خيال*

S.35b/36a

(ب) لا تكون فصول انعكاس هذه المرآة الا من دواير عظام لما مر في المخدبة*

(ج) الدواير العظام التي تتصور قائمة علي سطح المرآة لا تتناهي و يجوز امتداد سطوحها الي ما لا يتناهي فلا بد و ان يكون مركز بصر الناظر علي موضع من سطح واحدة من هذه الدواير فيكون علي قطر من اقطار الكره و خنثيذ فلا يري من نقطة موقع ذلك القطر من السطح الاسواد ناظره*

(د) اذا كان القطر الذي عليه البصر و لخط ميل الاعتبار خطا واحدا و كان الميل اقصر من نصف القطر و مركز البصر بين مركز الكرة و سطحها لم يجز رؤية شئ من

نقاط الميل بالانعكاس لاننا اذا تصورنا امتداد صورة جزو من اجزائه الي نقطة تجوز رويتها بالاستقامة من سطح المراة ثم عودها الي البصر لم يكن العمود الواصل بين نقطة السطح و مركز الكرة قاسما لهذا المثلث بمختليفين فضلا عن ان يقسمه بمتساويين بل يكون خارجا عن المثلث فلا يتصور علي السطح نقطة انعكاس مطلقا غير التي عليها القطر و لا يري منها بالانعكاس سوي سواد الناظر كما تقدم و ان كان مركز الكرة بين مركز البصر و السطح جازت روية نقاط الميل ياسرها ان كان اقصر من نصف القطر لتوسط مركز الكرة بين مركز البصر و الميل فيجوز وقوع احد الاعمدة التي هي انصاف الاقطار بين خطي الاستقامة و الانعكاس قاسما / للزاوية الحادثة منهما عند السطح بمتساويتين فتصح الرؤية بالعنوان و ان كان الميل اطوال من نصف القطر لم ير ما زاد منه عن نصف القطر لخروج الاعمدة القاسمة للزاوية ايضا عن المثلث في هذا الوضع اما في غير هذا الوضع فيجوز روية ميل اطول من القطر بجملته فليحفظ ذلك و تكون النقطة المشتركة بين الزاويتين نقطة الاعنكاس*

O.40a/40b

ه) النقطة الواحدة من ميل الاعتبار تعدد نقاط انعكاسها لمبصر واحد و لم بعين واحدة و يكون لنقاط الانعكاس

خيال / علي الفكر الخارج المنطبق علي خط الميل تارة في
 خلاف جهة البصر خارج الكرة بقياس ما مر من نقاط
 الخيال و تارة في جهة البصر فيقع مرة في داخل الكرة و
 مرة خارجها اوتنة ورا البصر و اوتنة امامه و اخري منتبعا
 علي مركز البصر و قد يوازي خط الانعكاس القطر
 فتتعدم نقطة الخيال اصلا*

و) كل خط لنقاطه خيالات علي العمود فانه يكون محقق
 الروية و يري علي الاوضاع التي تقدمت في المرآة
 المسطحة*

ر) كل خط لم يقع خيالات نقاطة علي العمود روي
 منكوسا وضعاً*

ح) يجوز روية نقطة من موضع في السطح اكبر من
 سطحها و ذلك توجب رويتها اكبرهما عليه اعتبار هذه
 المقدمات ان نلصق ميل الاعتبار في مقعر المرآة و ليكن
 اسطوانيا دقيقا كادق ما يكون من الابر و يوضع في راسه
 خردله و يعلم في بدنه علامتين محيطتين ببذنه كالحلقة
 لتعتبر روية الخردلة و العلامتين من جهات الميل الاربع و
 اليكن سهم مخروط الابرة منطبقا علي القطر و يكون
 طولها اقل من نصف القطر يجعل مركز البصر علي القطر
 تارة علي مركز الكرة و تارة بينه و بين راس الميل و تارة

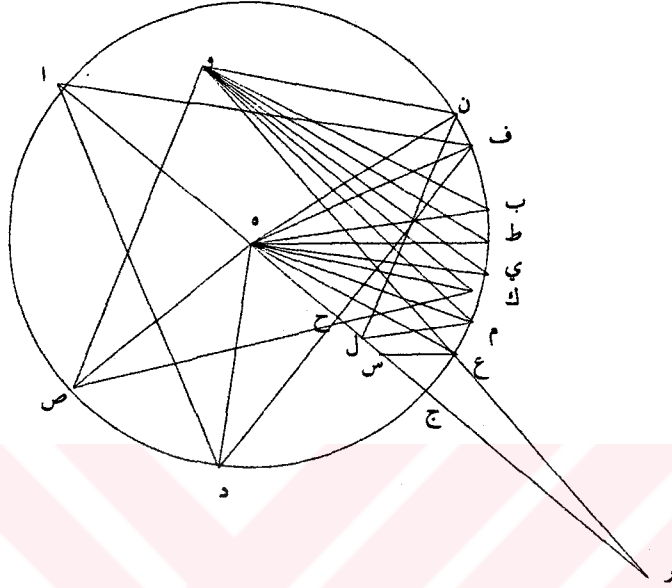
يجعل المركز بينه و بين الميل ثم تنقل البصر عن القطر في مواضع متعددة فنري ما تقدم من الدعاوي مطابقا فليكن لبيان ذلك ا ب ج د سطح المرآة علي مركز ه و، د مركز البصر / وليكن مرة علي محل بالقرب من زاوية ب¹ اه و اخري علي ا و نخرج قطر اج في جهة ج الي ر و ليكن مركز الحردلة الذي هو راس الميل نقطة ح و ملتقاه مع السطح ج و نستخرج بالقواعد الهندسية كل قوس يمكن ان يعين عليه نقطة اذا وصل بينها و بين كل من نقاط و ه ح كان الخط المار بنقطة ه منها قاسما للزاوية بنصفيين فنجد ذلك ممكنا علي كل نقطة فرضت علي قوس ب ك، و النعين علي القوس ايضا نقطتي ط ي، و نصل الخطوط فتصير اضافة اقطار ه ب، ه ط، ه ي، ه ك قاسمة لزاويا و ب ح، و ط ح، و ي ح، و ك ح. بمتساويين فتكون صورة خردلة ح مريثة من هذه النقاط و ما بينها و ما في حكمها هما جاورها من سطح المرآة في خلاف جهة امتداد القوس و كذلك تنعكس صورتها/ علي سطح اد من نقطة انعكاس ص الي و، و هذه خصوصية

O.40b/41a

S.36b/37a

(1) من زاوية ب o.yok

وضعية للمرئي بالنسبة الي بعده المخصوص عن المركز و
جهته المخصوصة و بعد البصر عنه و جهته و لا يكون
شي من خطوط الانعكاس المذكورة اخذا في التقارب مع



قطر ا ج في جهة ج حتي يكون له عليه نقطة خيال نتكلم
عليها فنوخر البحث عن ذلك الي محل اخر و نتكلم علي
غيره فنقول و يكون لعلامة ل من الميل نقطتا انعكاس من
جهتين مختلفين احديهما علي قوس ج ك علي نقطة¹ م و
نري خط الانعكاس لها اخذا في التقارب يسيرا من القطر
فلها نقطة خيال و الاخري علي ن² من قوس ا ب، و لا
موقع لخيالها في جهة ج و بعد ايضا الخطوط نعلم ان نقطة

(1) نقط s.

(2) نون s.

ل تري في محلين من نصف دائرة ا ب ج و اما نقطة س
 فنقطة انعكاسها نقطة ع و خيالها لتقارب خطي وع، ا ج
 في جهة ج يكون علي نقطة ر و لو كان مركز البصر علي
 نقطة ا كانت نقطة ح ممكنة الروية ايضا من نقطتي
 انعكاس ف د في النصفين المتقابلين في المراة و لا نبجدها
 موقع خيال علي هذا الاسلوب/ و ليعلم ان سطح الخيال
 بمركز المراة قطعاً فالميل الذي ينطبق علي قطر من اقطاره /
 لا يخلو من ان يكون البصر عليه اولاً فان كان عليه كانت
 الصورة المنتشرة لنقطة منه حلقة ضوء بصورة لون المرئي و
 في وسطها صورة اخري و ان لم يكن عليه كان للميل
 خيالان احدهما يري متكسا و يتوهم غايصا كما في
 روية ساير المرآئي و يكون محقق الروية و متصلاً بالميل و
 هو الذي و في جهة نصف سطح الخيال التي فيها مركز
 البصر و الاخر يكون منفصلاً و معكوساً حقيقة لتوسط
 مركز المراة بين البصر و بينه فالمخروط الوارد بصورته
 يكون راسه المركز و ينقلب الي مخروط اخر قاعدته ال
 جهة البصر فتكون قاعدته علي البصر و مركز البصر
 يكون راساً للمخروط يتصور منه مقلوباً و هذه القضية من
 اعجب امر الروية هي مما تحير العقول فيه و لو لا شهادة
 الحس لها لم يسمع العقل الجزم بها مطلقاً و سيأتي لذلك

S.37a/37b

O.41a/41b

مزيد بيان انشا الله تعالى في اغلاط البصر و ان لم يكن
 المرئي / واقعا علي سطح المرآة كان له خيالن متقابلان و O.41b/42a
 اخر متوسط و لا يزال بتقارب المتقابلان كملا قرب
 البصر من سمت العمود حتي بتصلان كالحلقة و يبقي له
 صورة اخري في وسط الحلقة و لم نجد ببصر واحد سوي
 الخيالات الثلاث و لا وقفنا علي ثبوتها بدليل اصلا*
 ط) في الكلام علي مواقع نقاط الخيال و نسبها ليعلم ان
 مركز البصر اما ان لا يكون واقعا علي القطر المنطبق علي
 سهم ميل اعتبار هذه المرآة الذي جعلناه في غاية الدقة
 ليكون حكمه حكم الخط المدرك بالحس او ان يقع عليه و
 علي الاول فاما ان يوازي خط الانعكاس القطر اولا فان
 لوازاه فلا خيال لانتفاء تقائهما و ان وقع علي القطر فاما
 ان يكون موقعه بين مركز الكرة و راس الميل فلا يمكن
 روية شي من نقاط الميل بالانعطاس اذ لا يمكن فرض نقطة
 علي السطح يخرج منها خط الي مركز البصر و اخر الي
 نقطة من نقاط الميل الا و يكون العمود الذي يخرج منها
 الي المركز خارجا عن الزاوية التي احاط بها الخطان الا و
 لان فلا يري من شي منها بما ثبت في العنوان و اما ان يقع
 علي المركز فتنتغي روية شي بالانعكاس و هنالك كما مر
 فينتغي وجود مثلثي الانعكاس الاستقامة بالمرآة و اما ان

يقع في خلاف جهة قيام الميل وراء المركز سواء كان علي بعد من المركز¹ قدر نصف قطر الكرة او اكثر فيمكن روية نقاط الميل الذي هو اقصر من نصف القطر و لا يمكن روية نقاط ميل اطول من ذلك المقدار اما روية ما علي المركز فتتغي يكون العمود منطبقا علي خط الانعكاس ان فرضنا وجود المثلث / و اما روية ما طال منه

S.37b/38a

بين المركز و مركز البصر فلقوع العمود خارج المثلث ان فرض وجوده و ان وقع عليه في غير المواطن التي استحالت فيها روية الانعكاس كانت مقاطعة خط الانعكاس و

القطر في جهة البصر تارة فيقع القاطعة اما علي مركز البصر او امامه او وراه و فيماعداه هذه الثلاثة تقادير لا يشترط كون المثلث في بعد دون نصف القطر بل يجوز رويته من اي بعد كان في ذلك السميت / و ان لم يكن واقعا علي القطر و مع ذلك لم يواز القطر خط الانعكاس فان

O.42a/42b

وازي في هذه الحالة الخط المماس فيجوز وقوع التقاطع علي مركز البصر و قد وراه و في هذا الشكل ايضا يجوز وقوعه علي مركز البصر لكنه حينئذ يكون علي القطر فيدخل في الشكل الثاني و ان لم يوازه فاما ان يقطعه

خارج الدائرة في جهة موقع الميل من السطح او في خلاف
تلك الجهة في ما بين الموقع و مركز الدائرة او في خلاف
فهذه عشرة اشكال يجمعها ستة فليكن لبيانها ا ب ج
سطح المراة و مركز الكرة د، و النقطة المرئية ه، و البصر و
نقطة الانعكاس ب، و الخط المماس للسطح ل ي علي
نقطة ب، و نخط قطر د ج المار بنقطة ه، و نخرجه فيقاطع
الخط المماس علي ط ثم نصل وب، و نخرجه فيقاطع
القطر علي ح فيمعدا الشكل الاول فليس فيه نقطة ح ثم
نخرج ه ي موازيا لوح فيقاطع الخط المماس علي ي، و
نخرج من ح خطا يوازي ه ب فيقطع قطر دب علي ك ثم
نعين علي الطرف الاخر من الخط المماس ل و نقول لان
دب عمود علي ب ي، و زاويتا و ب د، ه ب د
متساويتان فزاويتا ه ب ط، و ب ل متساويتان و زاوية و
ب ل مثل زاوية ه ي ب فزاويتا ه ب ي، ه ي ب
تساويان فزاوية ه ب د اعني و ب د / مثل زاوية ح ك
ب فح ب مثل ح ك، و تقدم ان هي مثل ه ب فنسبة ه
ب الي ح ك اعني ده الي د ح كنسبة ه ي الي ب ح اعني
ه ط الي ط ح، و في الشكل الثالث تكون ب ايضا بمترلة
ط، و انما كانت النسبة كذلك في الخامس لان زاويتي ط
من مثلثي خ ط ي، ب ط ح متساويتان و كذا زاويتا ك

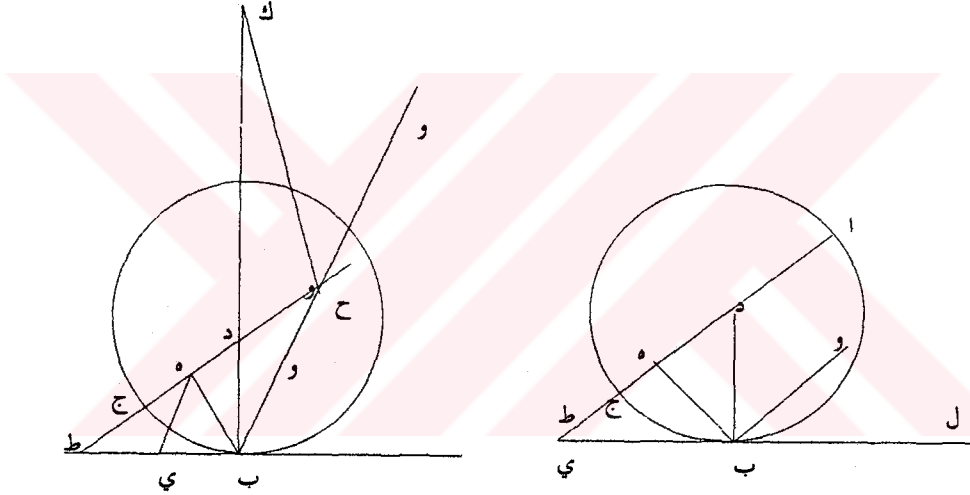
S.38a/38b

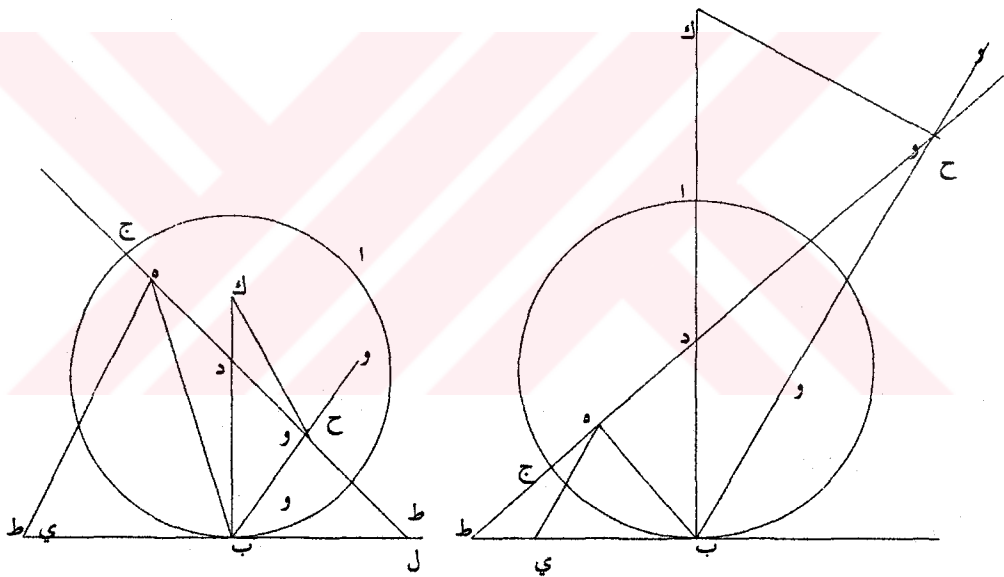
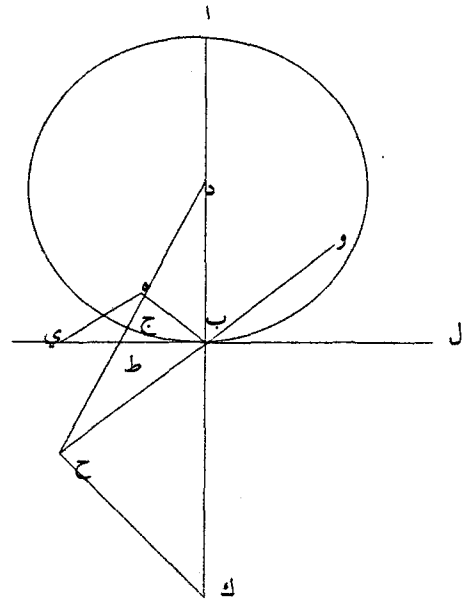
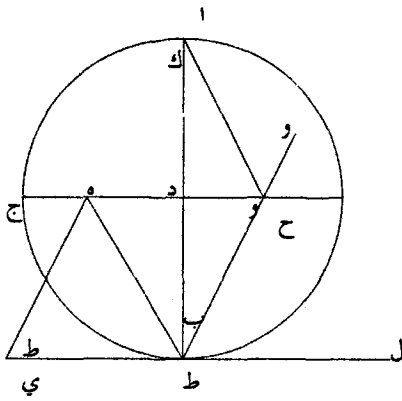
ب، و في بقية الاشكال النسبة ظاهرة فنقطة الخيال في جميع الاشكال ماعدا الاول نقطة ح، و ذلك ما اردنا ايضاحه في هذه المرآة دون غيرها اذا لا مر هنالك سهل و تتعدد مواقع نقاط الخيال و الانعكاس في بصر و احد المرئي واحد بل انقطة واحدة و هذه المرآة من الاعاجيب كيف لا و هي محرقة و سبين / الكلام علي امر الاحراق و عمل المرآة المحرقة في رسالة مستقلة انشأ الله تعالى*

O.42b/43a

و هذه هي الاشكال الستة*

S.38b/39a





(ي) انتقال مركز البصر علي خط الانعكاس الواحد المرئي

واحد يقتضي نعد نقطة الانعكاس و لا تعدد نقطة الخيال

و علي هذا فلو اخرجنا خط ب و في جهة و الي ماورا

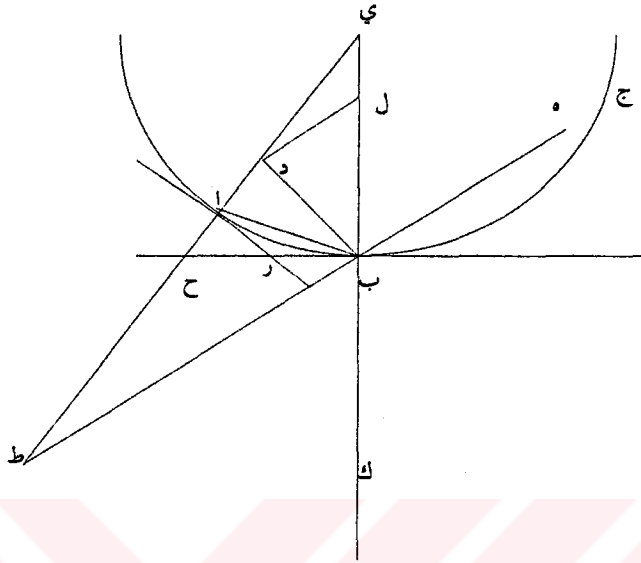
ح، او مطلقا كان كل محل منه صالحا / ان يقع عليه البصر O.43a/43b

و لا نختلف النسبة غاية الامر ان يتقل محل البصر عن
موقع الخيال او يختلف بعد عنه*

المقصد الخامس في خيالات المراة اسطوانية و

المخروطية المقعرتين خيالات هاتين المرأتين بحسب
فصول الانعكاس الواقعة عليهما فان كان خطا مستقيما
فكالمراة المسطحة لكل نقطة من نقاط انعكاس ذلك
الفصل و ان كان في الاسطوانية دايرة فكالمقعرة الكرية في
امر الخيال و تقدم ان فصل الانعكاس لا يكون لبيان مواقع
الخيالات فيها ا ب ج احد القطوع فليكن نقطة ا موقع
عمود ميل الاعتبار و ب نقطة انعكاس صورة راس الميل
القايم علي سطح مستوي يماس ب، و هي نقطة د الي مركز
البصر و هو نقطة ه، و نخط علي نقطة ا خطا يماس الدائرة
خارجا في جهة ب، و اخر يماس ب، و نخرج في جهة ا
فيتقاطعان علي ر لضرورة التحديب و لنصل خط دا، و
نخرجه في جانبي ا د فيقاطع خط ب ر علي ح، و ننفذه في
جهة ح ايضا و نصل ه ب، ننفذه في جهة ب فيقطع خط
د ح المخرج علي ط فنقطة ط هي الخيال في هذا المثال و
انما يقطعه لاننا اذا وصلنا ا ب بخط مستقيم كانت زاويتا
ط ب ا، ط اب اقل من قائمتين ثم نخرج من نقطة ب علي

ب ح عمودا في الجهتين الي ي ك فيقاطع خط دا في جهة
د علي ك، نقول زاوية د ب ي اعني ي ب ه لتساويها



بالعنوان تساوي ك ب ط فيقي تمامها الي قائمة و هو ح
ب ط مساويا لزاوية د ب ح اعني تمام د ب ي الي قائمة
فنسبة دح الي ح ط كنسبة د ب الي ب ط ثم نخرج من د
في جهة ي خط دل يوازي ب ط فزاوية ط ب ك اعني د
ب ل مثل د ل ب فدل مثل دب فنسبة ط ب الي ب د
كنسبة ط ب الي د ل، و نسبة ط ي الي دي كنسبة ط
ب / الي ب د اعني كنسبة ط ح الي ح د، و دي اعظم
من دل اعني دب لان زاوية دل ي المساوية ل ط ب ي /
منفرجه و لهذا الشكل اختلاف وقوع مثل الذي في الكرية
المقكرة فليراجع و يعمل علي منواله و اعلم انه متي وازي

S.39a/39b

O.43b/44a

خط الانعكاس العمود الذي ينطبق عليه خط الميل انعدم الخيال متي لم يوازه وجد فيوجد مرة خارج القطع من جهة ا، و اخري داخلة تارة علي مركز البصر و اخري وراه و اونه امامه كما مر في الكرية المقعرة من اختلافات مواقع الخيال و عدمه بالمره و النسب التي اتفقت و اختلفت اشكالها بل هنا زيادة فليتيقظ لها*

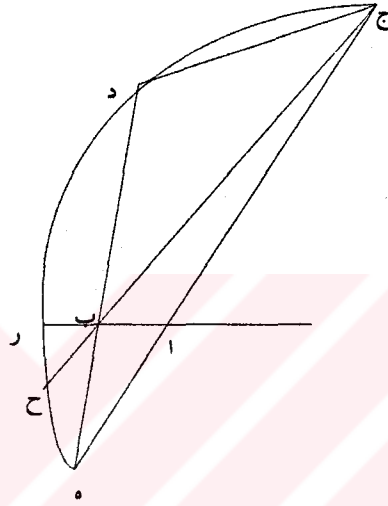
خاتمة المرصد في اغلاط البصر بالانعكاس و هي تشتمل علي خمسة فصول*

الفصل الاول في اغلاط المراة المسطحة ولنقدم فيه كلاما عاما فنقول قد ذكر جميع المعاني المدركة بالحس و العلل التي يكون بها الابصار و هي عشرة و تزيد هنا واحدة هي توسط الجسم الصقيل فان الانسان انما يدرك الاشيا التي في خلاف سمت استقامة بصره بذلك التوسط و لا يدرك بدونه فلزم البحث عن صلاحية لذلك هل هي تامة ام ناقصة فنقول في ذلك اما خروجه في جانبي شدة الصقالة وضعفها و وجود بعض التموجات السطحية التي لا يدركها البصر و كون المرئي بالاستقامة الي البصر

اقرب من كونه مرينا بالانعكاس يقتضي اغلاطا كثيرة ثم ان اربعة من المعاني المدركة وهي الضوء و اللون و البعد و الوضع لا تدرك // بالانعكاس علي ما هي عليه البته و هذا الكلام عام في انواع المرآئي باسرها لانه قد ثبت ان الضوء المنعكس يكون اضعف من اصله و ان للون المنعكس

O.44a/44b

S.39b/40a



اضعف برتبة اخري فكيف و قد ورد معه ضوء ثان حامل اللون المرآة مقتض لكيفية اخري في ذلك اللون و الضوء و ثبت ايضا ان الضوء الوارد علي الاستقامة و لذلك بتعين ان يكون المرئي بالانعكاس من المرآة المسطحة اصغر من كونه مرينا بالاستقامة في كل مرئي قام علي سطح المرآة لامطلقا كما جرم به بعضهم و سنبرهن علي التفصيل لان خطي الاستقامة و الانعكاس ابدا يكونان اطول من الخط الواصل بين البصر و المبصر فليكن لبيان ذلك في المرآة

المسطحة اب فصل الانعكاس و، ج مركز البصر و، دب
المبصر القايم علي اب متصلا بفصل منه ب ه قدر ب د،
و نصل ج ه فيقطع اب علي نقطة الانعكاس والتكن ا، و
نقول ان ه ب خيال ب د، و هو مساوله بالدستور لكن
ب د يري بالانعكاس اصغرهما يري بالاستقامة برهانه
ان ندير علي نقاط ج د ه قطعة دايرة و نخرج اب في جهة
ب يقطعها علي ر، و نصل ج ب، و نخرجه في جهة ب
فيقطع الدايرة علي ح و لما كان ده، وتر قوس دره، و
كان خط ار منصفاته و قايمًا عليه كان متصفا لقوسه ايضا
و مارا بالمركز فكان قوسا رد، ره متساويان و قوس ح ه
الذي هو بعض ه ر اصغر من قوس در فهو اصغر كثيرا
من قوس دح فزاوية روية الانعكاس و هي ح ج ه اصغر
كثيرا من زاوية الاستقامة/التي هي زاوية د ج ه، ذلك ما
اقترحناه*

O.43b/44a

فان لم يتصل الميل بالفصل فان كان الخط المستقيم الذي
في سطحه في سطح الخيال و كان قايمًا علي الفصل
المشترك فليكن لبيان / كونه مرثيا بالانعكاس اصغر من
كونه مرثيا بالاستقامة اب فصل الانعكاس و، ج د خط
الميل المرثي المنفصل عن سطح المرآة و، ه مركز البصر
فنخرج ج د في جهة ب، و ليقطع الفصل علي ب، و

S.40a/40b

اصغر من قوس رل فهو اصغر كثيرا من قوس ج ط فزاوية
ح ه ر التي يري منها ج د بالانعكاس اصغر كثيرا من
زاوية ج ه د التي يري منها ج د بالاستقامة و ذلك ما
ابتغيناه* / O.45a/45b

و اما غلط الوضع فهو ان المائل بعض الميل و ما سطحه
تعاريج لطيفة من المرئيات التي تدرك منها هذه المعاني
باقصي ما يمكن من الاستقامة فانها تختفي مرورية
الانعكاس البتة لاشراف البعد بالانعكاس عمودا الي الكلام
في خروج السطح فنقول فيه انه مشتمل علي احدي
عشرة 1 مسألة*

(ا) هي ان خروجه في شدة الصقالة يقتضي وضوح
المرئيات و لا يقع فيه من الغلط الا ما لزم مما تقدم في
المعاني الاربعة لكنه يقتضي الغلط في وجوده فيظن به
العدم و ان ذلك السطح كرة نافذه فيها اشخاس و اما في
جانب الضعف فيقتضي الغلط في ادراك المعاني الدقيقة
باسرها كما تقدم في خروج الضوء الي جهة الضعف و
كذلك خروجه عن حقيقة استقامة السطح و لو يسيرا
فاننا اذا حاذينا شعلة الشمعة البعيدة في جهة المقابلة بالمرآة

بجيث تكون زاوية الاستقامة اقل من قائمة بقدر يسير راينا
الشفلة متعددة بعدة التعاريج التي في السطح و كذلك
التضليع الخفي يوجب التعدد في الصور و يختص بالوضع
الواقع بين الرائي و المرئي و السطح انه اذا كان امتداد
المرئي في موازاة امتداد السطح و امكن الناظر الروية الي
المرئي بالانعكاس من اي جهة كان الامكان فانه يري يمين
المرئي يسارا و عكسه و تكون جهتا الفوق و التحت منه
علي وعضهما و سببه ظن الخيال المرئي مواجهها له و قد
كان الف ان من قابله كان يمينه يسارا و عكسه و قياس
خيال ذات علي ذات اخري فاسده و ان كان امتداد
المرئي مقاطعا لامتداد السطح خصوصا اذا اقرب محل
المقاطعة من سطح المرآة و سوا ماس المرئي جانب السطح
اولا مع امكان رويته بالانعكاس راي جهة الفوق من
المرئي و هي ابعد ما يري من امتداده عن سطح المرآة تحتها
و سفله و هو اقرب الامتدادين الي السطح او ما روي من
اسافله علوا و لم تختلف جهتا يمينه / و سبب رويته
منكوسا ان اعالي المرئي تكون نقاط انعكاسها اقرب الي
الرائي و اسافله ابعد و هي ممتدة النقاط علي ذلك الوضع
من السطح و قد كان الصقال موجبا الغفلة عن ادراك
سطحها و ظنه كوة فيظن المرئي شبعا متديلا من طرف

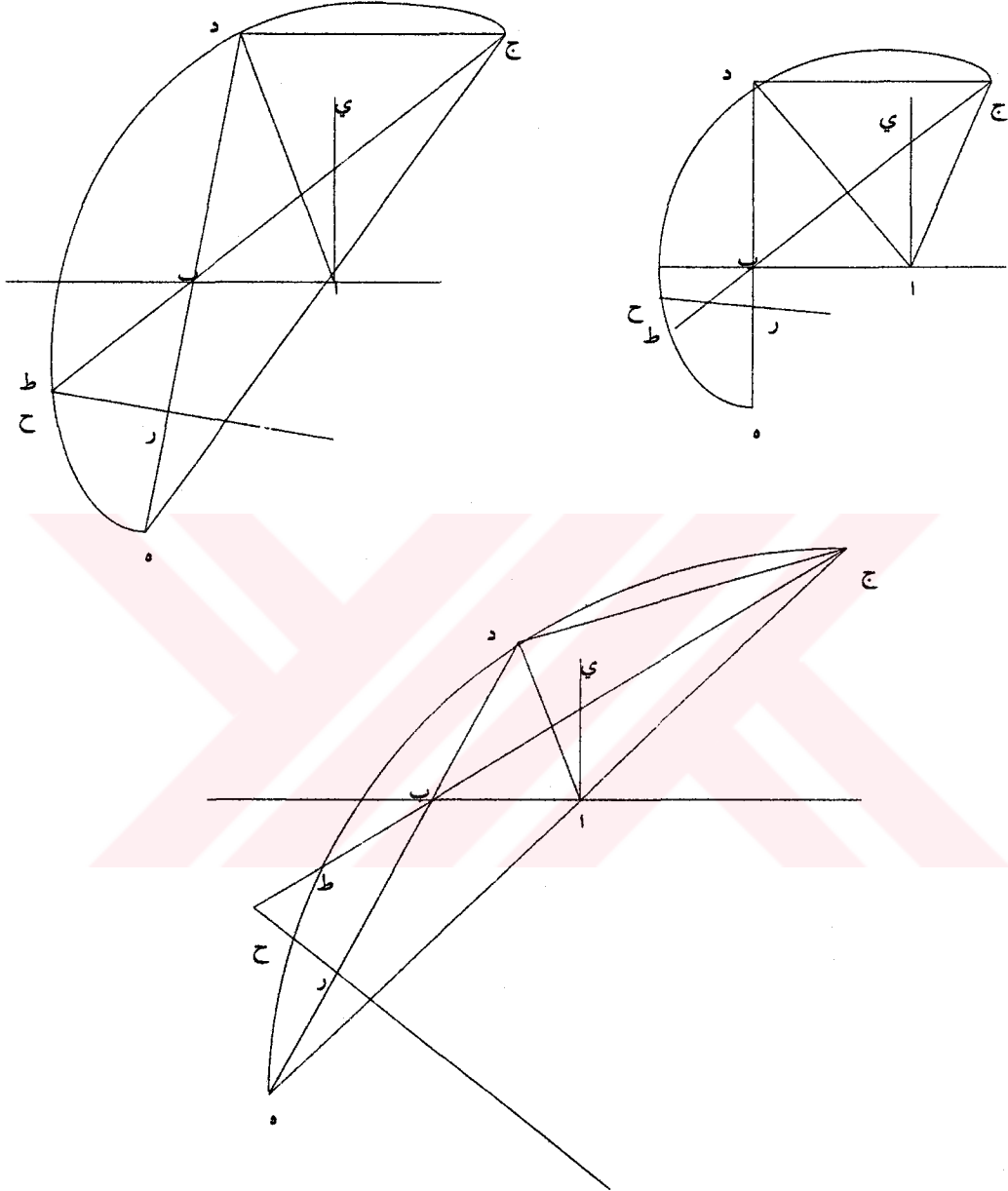
O.45b/46a

تلك الكوة او من سفلى المرئى و رويته مقلوبا بسبب عدم
 تمييز انقلاب اليمين يسارا فان المتكس حقيقىة و هو
 مقابل يكون يمينه يمين الناظر و الحال اننا نرى بالانعكاس
 ذلك اليمين فى يسارنا كالمقابل القايم بروية الاستقامة و
 اذا كان محيط المرآة ملتصقا بارنبه الانف / و راي بالمرآة
 مرئيا بعيدا جدا و لا خط خياله فى المرآة و هو يراه
 بالاستقامة فان الخيال يكون اثنين كما فى زوال الحدقة و
 ان نظر الى الخيال و لا خط المرئى البعيد راه ايضا اثنين
 نظير ما تقدم فى اغلاط وضع العين المبصر فى روية
 الاستقامة و تستلزم اغلاط الوضع روية الحال تارة اطول
 من المرئى و تارة مثله و تارة اقصر اما فى الميل القايم على
 السطح فلا يخفى ان زاوية الانعكاس متى كانت نصف
 قايمه كان بعد نقطة الانعكاس من موقع الميل من السطح
 طول الميل و متى كان اكثر كان البعد اطول و متى كان
 اقل كان اقصر لكنه لا يوجب فى الخيال طولاً و لاقصراً
 حسبما تقرر فى الدستور*

S.41a/41b

و فى مقالة العظم نقول قد تقدم معرفة اعظيمة المقادير
 القايمه على سطح المرآة المسطحة بالنسبة الى خيالاتها
 لمناسبة البعد الذى اقتضاه خط الاستقامة و الانعكاس*

جهة ب فيلاقي المحيط علي ط، و نقول ان قوس ه ط
اصغر من قوس ه ح اعني د ح فه ط اصغر كثيرا من د ط



فزاوية ه ج ط اعني زاوية الروية بالانعكاس اصغر كثيرا
من زاوية الروية بالاستقامة و هي زاوية ط ج د، و ذلك

S.41b/42a ما ابتغناه تنبيهه / لا يزال الخيال بتصاغر عن بميل الميل الي هذه الجهة حتي ينعدم الخيال بانطباق الميل علي خط الاستقامة فيري هنالك بالاستقامة و تنعدم رويته بالانعكاس و ان مال الي جهة البصر فرما كان خياله اقصر من طوله و ربما ساواه و ربما طال عنه فليكن لبيان ذلك في اشكال ثلاثة علي نمط تركيب هذا الشكل و روموزة خطا الاستقامة و الانعكاس و زاوية روية استقامته و الدائرة و القطر المنصف للوتر فيقاطع هذا القطر خط ج ب المخرج في جهة ب داخل المحيط تارة فنقول قوس ه ط اصغر من ه ح كما مر في هذا الشكل فيري الميل بالانعكاس اصغر مما يري بالاستقامة و يقاومه تارة اخري علي المحيط فتصير نقطتا ح ط، واحدة و يلزم منه تساوي القوسين فيلزم تساوي الزاويتين فيري خياله مثله و بتقاطعان مرة اخري خارج المحيط فيكون / قوس ه ط اعظم من قوس ه ح المساوي لقوس د ح فزاوية ه ج ط اعظم من زاوية ط ج د فيري بالانعكاس اعظم من رويته بالاستقامة و ذلك ما حررناه*¹

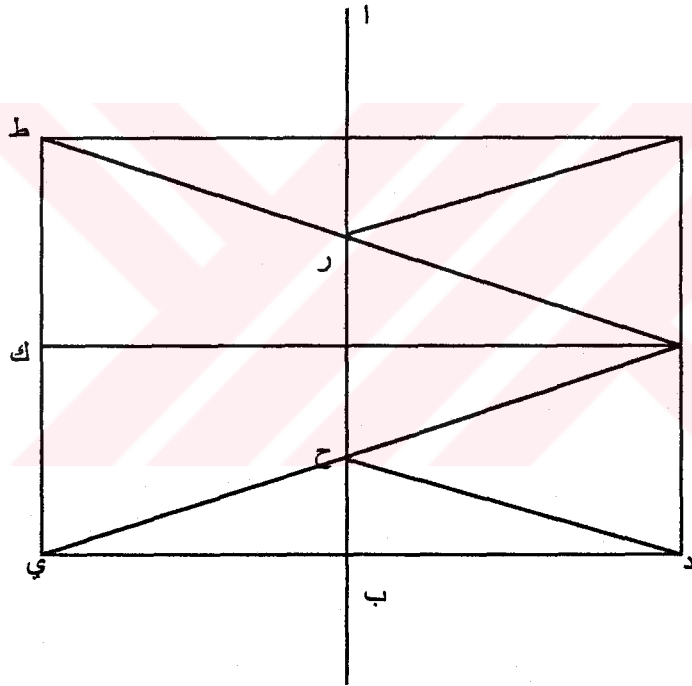
تنبيه لا يزال بطول الخيال بميل الميل شيا فشيا الي ان

نقطة ر خيال د فخط رو قطر خيال ج د، و ح ا قطر
 انعكاسه فلا يكون لنقطة من نقاط خط ج د نقطة
 انعكاس تخرج عنه و ظاهر انه في هذا الوضع ربما انطبق
 خط ج د علي خط روية الاستقامة فلا يري منه بها الا
 نقطة مع كونه مرئيا بالانعكاس و ربما كان اعلي من
 مسامته مركز البصر او احط منها فتختلف رويته فيري
 بالاستقامة اصغر مما يري بالانعكاس و لا يكون اعظم ابدا
 و هو ظاهر الثانيه كون المركز للبصر علي علي منتصفه
 و هو مواز لفصل الانعكاس فيساوي خياله ايضا و يري
 بالانعكاس قدر ما هو عليه في نفس الامر و ليكن لبيان
 ذلك فصل الانعكاس اب، و المرئي خط ج د الموازي
 للفصل و مركز البصر ه علي منتصفه و نقطتا الانعكاس ر
 ح فخطا الاستقامة و هما خطا ج ر، د ح لا يكونان
 متباعدين في جهة الفصل و لا متوازيين و لا بد ان يكونا
 متقاربين حتي بتصور / ان يكون العمود القايم / علي
 الفصل من نقطة الاعكاس قاسما للزاوية الحاصل من خط
 استقامة ج ر، و خط انعكاس ه ر بمساويتين لتصح روية
 الانعكاس بالعنوان و كذلك حال نقطة انعكاس ح مع
 خطي دح، ه ح فنخرج من نقطة ج علي الفصل عمودا

S.42b/43a

O.47b/48a

نافذا منه ثم نخرج خط ره في جهة ر فيلقني هذا العمود
علي ط، هي خيال نقطة ج، و كذلك اذا اخرجنا من د
عمود امثل الاول و اخرجنا خ ح في جهة ح فانه يلقاه
علي ي، هي خيال د فنصل ط ي فهو قطر خيال ج د، و
هو مساو للمرئي لا نحصارهما بين حطي ج ط، دي
المتوازيين و كونها متوازيين ايضا و كون بعد المرئي و بعد
خياله عن الفصل متحدين فخط ج د يري من نقطة ه
القاسمة له بنصفين من فصل مرآة اب بالانعكاس بقدر ما



هو عليه في نصف الامر ثم اننا اذا اخرجنا من نقطة ه
عمودا علي خط ط ي فانه ينصفه فتوهم دوران مربع ج
د ط ي عليه فيحصل بذلك شكل اسطواني تتساوي

قاعدته فتكون روية الدائرة المستديرة من مركزها كذلك
و لذلك يري الانسان و جهة في المرآة المسطحة علي ما
هو عليه و هو المرآة*

الثالثة كون مركز البصر في طرف الخط المرئي او في اثنائه
مع موازته للفصل فيري بالاستقامة كرويته بالانعكاس و
ان كان الميل ايضا معترضاً و موازياً و لكل نقطة منه
سطح خيال علي جدة فان كان قاعدة لمخروط خطين
يمتدان من طرفيه و يلتقيان عند مركز البصر و كان
العمود الذي يصل بين البصر و سطح المرآة المتوهم امتداده
مساوياً للاعمدة التي تصل بين / الخط و ذلك السطح او

O.48a/48b

كان العمود المختص بالبصر مع هذه القيود اطول او اقصر
كانت رويته بالاستقامة اعظم من رويته بالانعكاس
لتضاعف بعد الخيال من البصر عن بعد المرئي مع كون
خياله قدره لانحصارهما بين حطين متوازيين من سطحي
خيال طرفيه و ان لم يكن السطحان الخياليان متوازيين لما

لا يخفي بادني تامل و في تصور تصوير /ه عسر اقوي من
تصوره عرياً عن الصورة و لذلك تركنا التصوير و لا
يخفي بعد ما قد مناه خاصة دون غيرنا ما فيه بيان لاحكام
ما ينحرف و يميل من اوضاع فهذا الميل و في هذا القدر
كفاية*

S.43a/43b

و في مقالة الجسامة نقول مهما اقتضاه عظم مقادير
الاقطار كان مثنى في المسطوح مثلثا في الاجسام كما مر
في اغلاط روية الاستقامة*

و في مقالة الشكل يري الكرة سطحها مستقيما و ذا الزوايا
الكثيرة مستديرا و لو كانت هذه الاحوال مريته منها
بالاستقامة لان البعد يتضاعف بالانعكاس و قد مر في
اغلاط روية الاستقامة في اشراف البعد مثل ذلك و يري
الاسطوانة الكولية جدا مخروطا اذا كان اسفلها قريبا من
المرأة و سببه مثل ما مر في مثله من اغلاط الاستقامة و
زيادة من تضاعف البعد بالانعكاس*

و في مقالتي التفرق و الاتصال يري المتفرق متصلا و
عكسه حيث كان سبب الغلط في بروية الاستقامة جاز في
ذلك البعد وقوع الغلط بالنسبة الي بعد المرأة و قربها و مع
كونها في مثل ذلك البعد يجوز وقوع ذلك ايضا لاجل
البعد الواقع بخطي الاستقامة و الانعكاس*

و في مقالة البعد متي لشعث السطح و تكسر حتي صارت
استقامة جملته بالنسبة الي تلك القطع مختلفة فانه يري
الواحد متعدد بعدة تلك القطع لاختلاف مواقع نقاط
الانعكاس و نسب الزوايا و قد يكون المتعدد ذا لون واحد
و هيئات متقاربة متضاما بعضه / الي بعض كالواح

مصفوفة فيري لوحا واحدا و سببه البعد الحاصل
 بالانعكاس مع انضهام الصغر فيما تصغر خيالاته*
 و في بقية المقالات وقوع الغلط بقياس ما تقدم في روية
 الاستقامة يتضاعف الامر في روية الانعكاس*

ب و ج) خروج البعد اما اشرافه في طول الامتداد اعني
 تزايد البعد فانه في ساير المقالات يقتضي زيادة الغلط في
 جميع ما ذكر في خروج السطح و يختفي بالانعكاس هنا ما
 كان مرعيا بالاستقامة و الانعكاس معا في بعد معتدل و
 سببه زيادة الاشراف في البعد في هذه الصورة خصوصا*

في مقالة الوضع فانه اذا كانت دايرة في وضع يقتض
 انطباق خط الاستقامة علي سطحها حال كونه معترضا
 امام البصر / كانت نقاط انعكاسها علي سمت مستقيم
 فتري بالانعكاس خطا و في ذلك الوضع تري بالاستقامة
 دايرة و ان كانت في وضع تقتضي وقوع خط الانعكاس
 علي سطحها حال اعتراضه عليه ايضا رويت بالاستقامة
 خطا و الانعكاس دايرة و متي لم يكن الاعتراض فان
 كانت في سطح خيال واحد بجمتها لم تري بالاستقامة و
 الانعكاس الا خطا و ان لم تكن كذلك كانت شكلا خاية
 ديسيا استقامة و انعكاسا*

S.43b/44a

د) خروج الوضع متى كانت استقامة السطح حقيقية لم
يوجب خروج الوضع شيا في المقالات خارجا عما مر من
الاعلاط الانعكاسية سوي ما يقتضيه وضع المرئي من المرآة
في البعد بين جرميهما او بعدهما عن الرائي او بعد المرآة
عن كل منهما فان الوضع امر اضافي و قد مر في البعد ما
فيه كفاية بقي ههنا امر اخر و هو ان العمود الذي لا
يقتضي وضع المرآة منه الا روية او اسطه دون اسفله و
اعلاه فانه يري ممتدا اعلي سطح المرآة و لا يتوهم غايضا و
سببه انتهاء رويته بانتهاء السطح فيسبق الي الوهم امتداده
قياسا اعلي ما الفه / الناظر من امتداد مثل ذلك العمود
علي فمبير او حوض او اشبه ذلك*

O.49a/49b

ه) خروج الضوء اما في جانب القوة فلا يقتض الاوضح
المرئيات بنسبة روية الانعكاس و في جانب الضعف
يقتضي زيادة وقوع الاعلاط فان الضوء يقعف بالانعكاس
فكيف اذا كان الضوء ضعيفا ايضا و في ما اذا كان وضع
البصر علي محل انعكاس ضوء فيقتضي ذلك الضوء انبهار
البصر و عجزه عن ادراك المرئيات علي ما هي عليه*

و) خروج المقدار، ر) خروج الغلط ليس لواحد منهما
خصوصية يقتضي الغلط اللهم الا ان يكون المراد معرفة
معاني ذي المقدار الخارج تفصيلا كالوحدات و التلعات

التي يشتمل عليها جبل عظيم مرئي فيقع الغلط بحسب
 ستر بعضها بعضا و بحسب اختفاء بعض المعاني الدقيقة
 التي يكون البعد المعتدل لذي المقدار مشرفا بالنسبة اليها
 الي غير ذلك مما لا يخفي قياسه*

(ح) خروج المشف اما من حيث انه مشف فليس من هذا
 الباب في شئ لان مناط الانعكاس الغلط و الصقالة و
 المرئي الازجاجية لا تري الابدع ايجاد الكثافة و الغلط في
 احد وجهيها بالرصاص و من حيث الشفيف لا ينعكس
 عنها شئ لكن بقي هنا امر و هو ان صقالة سطحها
 تقتضي انعكاسا غير انه ضعيف لانقسام الضوء الوارد الي
 سطحه الي منعكس عنه و غايص فيه فهذا الاعتبار يندرج
 ههنا و يوجب كثيرا من الغلط في المرئيات لضعف شعاع
 الانعكاس المقتضي لضعف الادراك كما يعرض عن خروج
 الضوء في جانب الضعف*

(ط) خروج الة البصر، (ي) خروج الزمن و هما يقتضيان
 ضعف التميز في المشابهات زيادة عما مر في روية
 الاستقامة*

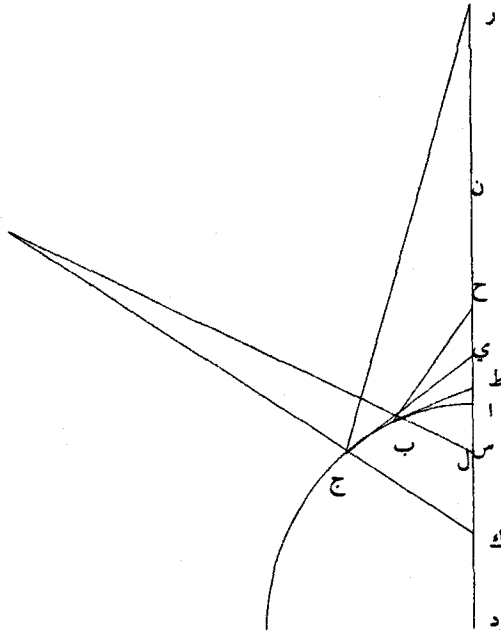
(يا) خروج مزاج الروح الحيواني الذي هو مظهر ادراك
 النفس لذلك و هو مقتص لزيادة عما اقتضاه من الغلط في
 استقامة الروية*

الفصل الثاني في اغلاط المراة الكرية المحدبة قد تقدم

الكلام علي الاغلاط العامة لانواع المرئي و في هذه المراة
يزداد سبب الغلط في المعاني الاربعة لتفرق الضوء المنعكس
عن سطحها و في / الشكل كذلك لما مر في اغلاط
الاستقامة مع ما سنقره*

O.49b/50a

و في مقالتي الجسامة و العظم نقول ان خيال القايم علي
السطح في المراة المسطحة بقدر المرئي و مع ذلك كان
اصغر من المرئي بنسبه انخراط الضوء في البعد و ههنا نسبة
الانخراط في بعد الانعكاس باقيه و يضاف اليها ما يقتضيه
صغر الخيال عن مقدار المرئي فليكن لبيان ذلك علي فصل
انعكاس ابع الذي مركزه د، و مركز البصر ه، و ليكن
المرئي خط رح من خط ميل ار القايم علي الفصل في
اصتقامة قطر اد، و ب نقطة انعكاس ح، و ج نقطة
انعكاس ر، و بط الخط المماس لنقطة ب، و ج ي تماس ج
، و خيال ر علامة ك، و ل خيال ح، و قد كانت نسبة
ري الي ي ك كنسبة رد الي دك، و نسبة ح ط الي طل
كنسبة ح د الي دل فنقول نسبة رد الي دك اعظم من نسبة



حد الي دل فنسبة ري الي ي ك اعظم من نسبة ح ط الي
ط ل فليكن نسبة ن ي / الي ي ك كنسبة ح ط الي ط

S.44b/45a

ل، ح ط اعظم من ط ل لان نسبته اليه كنسبة ح د الي
دل فخط ن ي اعظم من ي ك، و لتكن نسبة ح ي الي

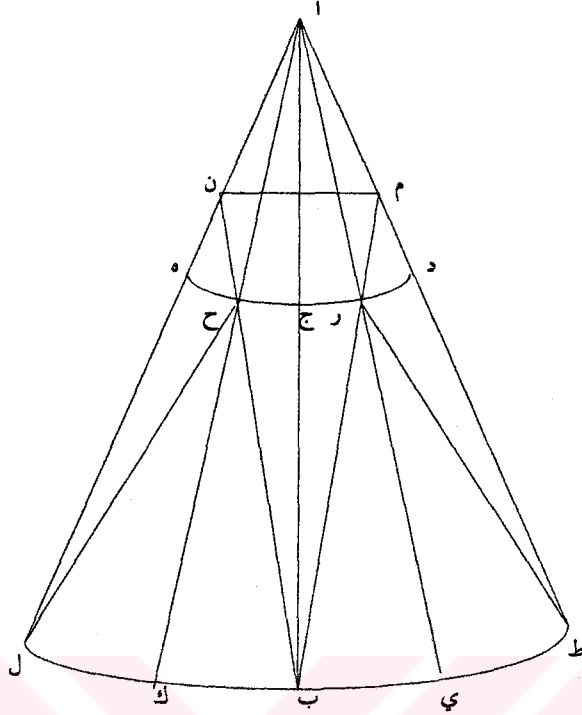
ط س فيقع س فيما / بين ط ل فنسبة ن ي الي ي ك
كنسبة ح ي الي ط س، و كنسبة ن ح الباقي الي ي ط

O.50a/50b

س ك مجموع الباقيين و ن ي اعظم من ي ك فخط ن ح
اعظم من خطي ي ط س ك المجموعين فهو اعظم بكثير

من ل ك، و رح اعظم من ن ح فرح اعظم كثيرا من ل
ك خياله و ذلك ما حصلناه و كلما غرت الكرة صغر

الخيال لصغر القطر و استداد الانحداب المقتضي قرب نقطة



الانعكاس من موقع العمود من المرآة الموجب لصغر الخيال
 خصوصا اذا ازداد بعد الرائي عن سطح المرآة فانه يضاف
 الي ذلك صغر الزاوية بالنسبة الي وترها و هو الخيال و
 يطرد هذا الامر في القايمات علي السطح و ما كان معترضا
 و قايمًا علي سطح الارض في جهة البصر و ليكن لبيان
 هذه الاحتمالات باسرها خط اب مقسوما كيف اتفق
 علي ج، و نجعل آ مركزا و يبعد ا ج ندير قطعة دج ه
 بقحيث يكون قوسا دج، ج ه متساويين و نقسم دج علي
 ر بمتساويين و كذلك قوس ج ه علي ح ثم ندير ايضا
 علي مركزا / يبعد اب قطعة ب و نصل خطوط اد، ار،

S.45a/45b

اح، اه في جهة قطعة ب حتي يتصل بالقطعة علي ط ي ك
ل ثم نصل خطوط رط، رب، حل، ح ب فتكون زاويتا
ط ر ي، ب ر ي متساويتين و كذلك زاويتا ب ح ك، ل
ح ك ثم نقول اذا كانت نقطة ب مركز البصر و قوس ده
فصل انعكاس مرآة محدبة و المرئي خط مستقيم وتر لقوس
ط ل كانت ر نقطة انعكاس ط، و ح نقطة لانعكاس ل
فنخرج ب ر في جهة ر الي ان يلاقي عمود اد علي م، و
هي / نقطة خيال ط، و نخرج ب ح الي ان يلاقي اه علي
ن فهي خيال ل، و نصل م ن فهو قطر خيال ذلك الخط و
هو اصغر منه و ذلك ظاهر ثم نتوهم ثبات خط اب، و
دوران بقية الخطوط عليه فلا تتغير الاوضاع من سطح
تلك المرآة لانها كرية المحدبة و لا تختلف نسبتها فلذلك
يري الوجخ ايضا اصغرهما هو عليه في نفس الامر تنبيه
لو فرض امتداد خطي رط، ح ل في جهتي ط ل، و كان
الخط المرئي محصورا بينهما / موازيا لوتر ط ل او مايلا
عنه و كذلك لو لم يمتدا و كان محصورا بينهما موازيا او
مايلا لروي اصغرهما هو عليه قطعان بل صغره في المايل
يكون بالاولي و لم تتغير النسبة الا ان الاوضاع تتغير علي
النسبة الانعكاسية فيتقارب خطا ط، ال، و يتباعدان علي
نسبة الانعكاس و يقصر خط الخيال و يطول و يقرب من

O.50b/51a

S.45b/46a

المركز و يعد علي تلك النسبة اما اذا كان الخط المرئي معترضا و المراة بينه و بين البصر فيكون الامر كذلك غالبا الا انه قد يقع في بعض اوضاعه ان يري بالانعكاس مساويا لروية بالاستقامة او اعظم و هو نادر جدا و قد سلك العلمة ابن الهيثم و من تبعه في ذلك مسالك عن يزة المنال و اقام البرهان عليها باشكال تبنية علي قواعد هندسية و مسايل حسابية و نسبة مولفه يحتاج الي غوص كبير في العلوم الهندسية و لما كانت قليلة الجدوي نادرة الوقوع اضربنا عنها صفحا نظر الي غرض هذه الرسالة من الايجاز و عدم الاخلال بالمقاصد و الامور التي يحار الناظر فيها و يطلب تعليلها و هذا امر لا يدرك البصر تفاوته بل يثبت بالبرهان فليراجعه طالب الكمال في هذا المعني و الله و لتوفيق*

O.51a/51b

و في مقالة الشكل يري الاسطوانة القائمة عليه مخروطا و قد تقدم سببه في المراة المسطحة و ههنا بالاولي فان بعد المرئي و لو كان يسيرا يقتضي من صغر المرئي امرا يظهر تفاوته بالحس ظهورا بينا خصوصا عند صغر الكره جدا و ربما كانت الاسطوانة بمقدار من الطول يقتضي اختفاء طرفها الابعد عن سطح المراة عند ادراك الحس و علم من ذلك جواز روية المخروط المنكس اسطوانة و مخروطا ايضا

بعكس اقتضائية الروية المعتادة عند ادراك الحس و ما تقدم
 من روية ذي الزوايا مستديرا فهنا ايضا بالاولي*
 و في بقية المقالات مهما تصور من الاغلاط في المستوية
 فهنا يكون بزيدة عما هنالك لزيادة الالتباس / بالصغر في
 الخيالات و لتفرق الضوء عن سطحها*

S.46a/46b

الفصل الثالث في اغلاط المحدثين الاسطوانية

المخروطية جميع الامور المتقدمة في المرارة الكرية المحدبة
 من الاغلاط تقع ههنا فيقع زيادة علي ذلك في
 الاسطوانية*

في مقالة الشكل و هو ان الكرة تري مستطلية لان جهة
 استدارة محدبهما تقتضي رويتها صغيرة بحسب جهة
 الاستدارة و جهة استطالتها توجب الروية علي ما عليه في
 جهة الاستقامة فيتركب من ذلك روية الكرة البسيطة
 الشكل علي شكل مركب منهما و هو الشكل الاهليلجي
 و بناء علي ذلك ان الاهليلجي الشكل اذا جعل وضعه من
 الاسطوانة معترضا روي مستديرا او قريبا من الاستدارة
 بشرط المناسبة بين قاعدة الاسطوانة و منطبقه الاهليلجيه
 كما يقع في المخروطه*

في مقالة الشكل من الانزوا فتزي الكرة هيءة المخروط و ساير الاشكال تخرج عن صورتها الي تلك الصورة و لذلك تجد صناع المرايا الزجاج اذا روا المرأة حايه ديسية الشكل يتعمدون وضعها في الة الارواه معترضه الجهة التي تري الوجه / مستطيلا حتي يلتئم من ذلك ان تري الوجه المستطيل مستديرا فيستحسن ذلك و يرغب في شرايها به و هذا المعني و ضده من المقالي الحسن و القبح ايضا*

O.51b/52a

الفصل الرابع في اغلاط المراة الكرية المقعرة اغلاط
هذه المراة كثيرة جدا الوفرة اختلاف الاحوال العارضه في الانعكاس المخصوص بها*

ففي مقالة الضوء اما اولا و بالذات فالانعكاس يضعفه و اما ثانيا و بالعرض فعد المركز و بالقرب منه يكون الضوء المنعكس اشد اضاءه من اصله حتي انه يول الي الاحراق هنالك اعتباره ان نقطع ضوء الانعكاس بكثيف قريب من سطحها كما مر فيكون الضوء الواقع عليه اصغر من جرم المراة و فيه بعض قوة في الاضاءة ثم لايزال يتصاغر بتباعده و تقوي اضاءته بتصاغره الي ان ينطبق علي المركز فيكون / في غاية التصاغر و نهاية القوة ثم ياخذ في الاتساع و

S.46b/47a

الضعف بتباعد الكثيف عن المركز الي خلاف جهة السطح
فيظهر ان شدة الاضاءة انما كانت بعارض التجمع و اما
الضعف الذاتي فثابت بما مر مرارا و اللون تابع للضوء
ضعفا*

و في مقالة الوضع يري المائل المدود مستقيما و المنكوس
منتصبا و عكسه و سياتي بيانه*

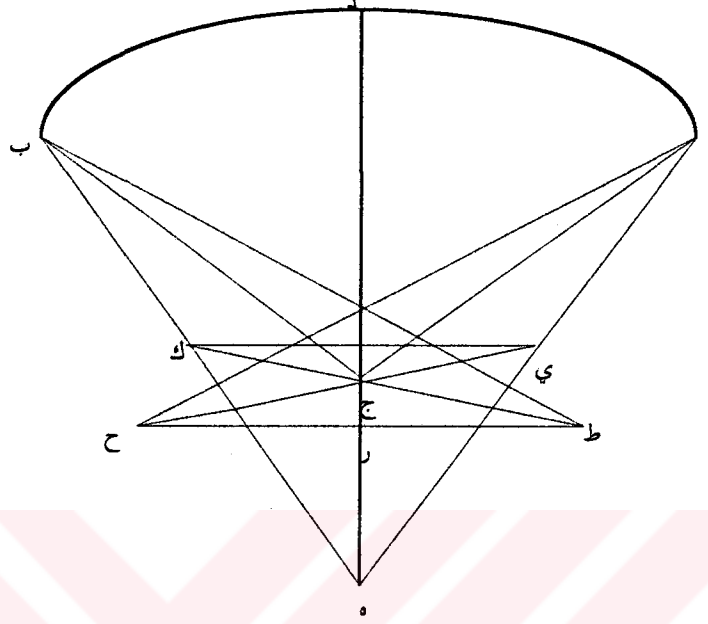
و في مقالة الشكل يكون الامر بقياس المراة المسطحة و
زيادة علي ذلك مستلزما للبيان للمقدار*

و في مقالة الجسامه نقول هي تابعة لعظم المقدار*

و في مقالة العظم ان كان البصر المبصرين السطح و المركز
روي المرئي بالانعكاس اعظم مما عليه من رويته بالاستقامة
لكنه علي وضعه لا يتغير و ليكن لبيان ذلك عظيمة اب
علي مركز ج، و عليها نصف قطر ج د، و نصفه علي ه،
و نفرض علي خط د ج نقطة ر كيف وقعة ثم نجعل ج
مركزا و ببعد ج ه ندير قطعة دايرة و نخرج من ر خطين
بمماساتها علي ح ط، و نصل ج ح، و نخرجه في جهة ح
فيقطع العظيمة علي ي، و كذلك ح ط فيقطعها علي ك
ثم نصل ري، رك، و نخرجهما في جهتي ي ك ثم نخرج
من نقطة / ي داخل العظيمة خطا يوازي ج ه، و من
نقطة ك موازيا اخر مثله و نقيم عمودا علي ج ه من ر

ع، بمثله نبين ان ج م، رك يتلاقيان ايضا و ليكن علي ن
 S.47a/47b فمتي كان مركز البصر علي ر، و نقطتا / ل م مرئتين
 كانت نقطتا انعكاسهما ي ك، و خيالهما ع ف فخط ع
 ف قطر خيال خط ل م، و لان رح، ر ط متساويان
 فزاويتا ر ج ي، ر ج ك تتساويان و كذا خطا ل ي، م
 ك فخط ي ر مثل رك، و ج ل مثل ج م، و نسبة ج
 ع الي ع ل كنسبة ج ر الي ل ي، و نسبة ج ف الي ف
 م كنسبة ج ر الي م ك اعني ل ي فنسبة ج ع الي ع ل
 كنسبة ج ف الي ف م، و ج ل مثل ج م فخط ج ع مثل
 ج ف فخط ع ف يوازي خط ل م فخط ع ف المدرك
 بالانعكاس اعظم مما عليه خط ل م في نفس الامر و لذلك
 يري الانسان وجهه في هذا الوضع اعظم مما هو عليه و
 لان نقطة ل المرئية و نقطة انعكاسها و هي ي، و نقطة
 خيالها في جهة واحدة عن عمود ج د لا يتغير وضع المئي
 مطلقا و لا يوتر بعده الانعكاسي في تقليل هذا العظم لانه
 اعظم مما ينقص الانعكاس منه / و كانتنقطة ر بين رد، او
 O.52b/53a ره لكان الامر في العظم و الوضع كما مر و يزداد تعاظما
 كلما قرب البصر من المركز و لكون فصل ي ك مخنيا و
 ج د قايم عليه يري خط ل ن بالانعكاس منخيا و ان

كان سطحاً مستويًا روي مقعراً و ان كان كروياً روي
 مسطحاً بحسب كرتته الي كرية المرآة و ان كان محدباً



تحدباً يسيراً روي مقعراً فالخطوط التي علي سطوحها يتغير
 اشكالها كذلك و ان كان المركز و السطح الذي عليه
 الانعكاس من المرآة في جهة و البصر و المبصر في جهة
 المقاطرة لهم روي بالانعكاس اصغرهما هو عليه و كان
 مقلوباً و منكوساً فليكن لبيان ذلك اب عظيمة في سطح
 المرآة مركزها ج فنخرج نصف قطر ج د بين اب، و
 ننفذه في جهة ج الي ه، لتكن هي مركز البصر و نفرض
 بين ه ج نقطة ر، و نقيم منها علي ه ج عمود ح ط في
 جهتي ر بحيث يكون رح مثل رط فنقطة ح لا يمكن ان

يكون لها نقطة انعكاس علي قوس ب د مطلقا اذا لزاوية
التي تفرض علي تلك القوس حينئذ لا يقسمها نصف قطر
من اقطار الدائرة بمتفاصلتين فضلا عن متساويتين فليكن
نقطة انعكاس ح علي قوس اد، و لنقع علي انفصل اه،
اح، اج، ج ح، و نخرج ح ج في جهة ج الي ان يلق اه
علي ي ويمثله ليكن نقطة انعكاس ط علي ب، و نصل ب
ط، ب ه، ب ح، ج ط، و نخرج ط ج في جهة ج الي ك
فنقطة ي خيال ح، و ك خيال ط فنصل ي ك فهو قطر
خيال ح ط، و لان خطي اه، اح يساويان خطي ب ه،

ب ط، و الزاويتان التان عند ا كاللتين / عند ب، و ج ح **S.48a/48b**
مثل ج ط فنحط ا ج، ج ح كخطي ب ج، ج ط، و اح
مثل ب ط فمثلنا ا ج ح، ب ج ط متساويان فزاوية اح
ي مثل زاوية ب ط ك، و زاوية ح اي مثل زاوية ط ب
ك، فح ي مثل خط ح ط، لما كانت زاوية ح ج د
منفرجه كانت ح ج ا منفرجه و الزاويتان اللتان عند ا
متساويتان و هما كاللتان عند ب فح ج اعظم من ي ج،
و كذلك ط ج اعظم من ك ج فنحط ي ك اصغر من ح
ط فنحط ح ط يري اصغرهما هو عليه في نفس الامر و لو
انطبقت نقطة ه علي ر لكان الامر و كذلك لو كانت بين
ج ر، و كذلك لو كان امتداد ح ط من اليمين الي اليسار

او من العلو الي السفل بسطحه و مثلثاته فالناظر يدرك ما هو امامه بشرطه و ماماسه و ما كان وراه في هذه الاوضاع اصغرهما هو عله فيدرك هذه الاوضاع علي ما هو عليه سياتي بيانه و انما اطلقنا الغبارة قطر الي خصوص الشكل و لان ي التي في يمين مركز البصر او فوقه خيال نقطة ح التي في يساره او تحته و كذلك ك التي في يساره او فوقه خيال / ط التي في يمينه او تحته و عكس ذلك فانه يري المتيامن من المرئي العالي سافلا فيراه مقلوبا و منكوسا فترى صورته في هذه المرآة من هذا الموضع كذلك و ذلك

S.48b/49a

ما بيناه تبيينه في هذين الشكلين لو فرض مركز البصر كثير المباينة للخط المرئي في وضع يقتضي وقوع نسب الانعكاس / كان الحكم ما ذكر و لا يخفي تصوره و تصويره و ههنا ايضا تكون اختلاف حالات التقعير و الاحديداب و الاستوا لكن يضعف ادراك هذه الاحوال لصغر الصورة بالبعد من سطح المرآة و ان توسط المركز بين البصر و المرئي جازت روية المقدار بالانعكاس اعظم هما هو عليه ايضا و مساويا و اصغر فليكن لبيان ذلك عظيمة اب من سطح المرآة و نصف قطرها ج د، نخرجه في جهة د الي ان يقارب المحيط جدا علي نقطة ه، و نصل اد بحيث يحيط مع ده بزاوية منفرجة ثم ليكن قوس ب ج

O.53a/53b

ي د ل، ك دم متساوتان فضلعا ي ل، ك م يكونان
متساويين فم ك يري في هذا الوضع مساويا لما هو عليه في
ذاته في من المقدار و لتصور في مثل هذا الوضع امتداد
خط م ك تارة من اليمين الي اليسار و اخري من الفوق
الي التحت و اونه فيما بين ذلك فيري السطح الذي
يتصور انطبق هذا الخط عليه في حالاته مساويا لما هو
عليه و يري منطبقا و منكوسا لمبدلة جهات خياله لجاته و
ان كان البصر نقطة ر، و المرئي ي ل، و ادراكه / في
جهة اجب لم يتفاوت مقدار ادراكه معه ايضا لكنه لا
يكون مدركا منكوسا و لا مقلوبا / لان خيال م ك خلف
الرائي و يدركه امامه فيدرك ك التي هي خيال ي علي
خط ا ر، و يدرك م التي هي خيال ل علي خط ب ر لان
الخيالين وراه فتامله تلق عجبا و ذلك ما قصدناه ثم نصل
ط ح، و كذا ط د، و نخرجه فيلقي ح ل علي ن، و نصل
ح د، و نخرجه فيلقي ط ي علي س، و نصل س نفخط
ح ا اعظم من خط اس، و نسبة ح ا الي اس كنسبة ح د
الي د س فخط ح د اعظم من خط د س، و كذلك يكون
ط د اعظم من د ن فط ح اعظم من س ن فاذا كان
البصر ه، و ادراك ط ح كان س ن قطر خياله و هو اصغر
منه فيري ط ح بالنعكاس اصغرهما هو عليه منكوسا

S.48b/49a

O.54a/54b

مقلوبا و ان كان البصر حيث ر، و ادراك س ن من قوس
 اج ب كان ط ح خياله و روي اعظم مما هو عليه و لم
 يكن مقلوبا و لا منكوسا و ذلك ما فرعناه **تنبيهه** / لهذه
 الاشكال الثلاثة/ اختلافات وقوع و اختلافات خطوط
 تفرض و اختلافات اوضاع من البصر بالنسبة الي المرئي و
 بالنسبة الي سطح المرآة يكون تفصيلها مفردا في الاطالة و
 فيما تضمنه هذه الاشكال و فروعها غني عن ذلك لان
 تلك الامور يسهل ادراكهما بضبط ما قررناه تنبيهه اخر
 مواقع الخيالات لكل مرئي لا تكون داخل العظيمة و لا
 داخل فصول الانعكاس دائما و ربما وقعت خارج السطح
 و الغفلة عن ذلك لستدعي غلطا فلينبه لذلك فانه من
 المهمات بقي ما وعدنا بذكره من اختلاف الشكل و هو
 انه اذا اقمنا علي سطح المرآة اسطوانة و نظرنا الي السطح
 فانا نجد لها خيالا غايضا و نجدها مخرظا متبين الانحراف
 اخذا في التعاضم عكس ما في سائر المرآي فان مخروطات
 خيالات استواناتها تكون اخذه الي دقه و السبب هنا ظاهر
 و هو ان ما قرب من السطح يري اعظم مما هو عليه و
 كلما توجه نحو المركز ازداد خياله عظما الي ان يعم
 السطح ضوءه عند الوصول الي المركز و لا تري حينئذ
 صورته بل ضوءه فيري منتهيا هنالك و بهذا الاعتبار لا

S.49a/49b

O.54b/55a

يخفي انه يجوز روية المخروط اسطوانة و مخروطا علي
عكس ما يقتضيه روية الانعكاس في المسطحة و اما ما
وعدنا به من اختلاف الوضع فان الاسطوانة التي تقام علي
السطح يكون لها خيال يشبه الغايص و يري منكوسا
بنسبة روية القايم منكوسا في المرآة المسطحة و منقلب
جهتي اليمين و اليسار و التعليل واحد و في هذا الحال
يكون له خيال اخر منكوس انتكاسا وضعيا لا وهميا و
سبب التنكس قد مر في اغلاط العظم*

و في مقالي التفرق و الاتصال يقع من الغلط ما يقع في
ساير المرآتي و زيادة لانها جمعت خواصها بزيادة علي
ذلك لا تخفي*

و في مقالة العدد يري الواحد بحدقة واحدة اثنين و ثلاثة و
لم اقف علي روية اربعة بالاعتبار و لا بالدليل لنقطة
واحدة غاية الامر ان / صورة الخردلة مثلا تري من بعض
الايضاع واحدة في صدر السطح و يري لها صورتان عن
جنبها عظيميان جدا بالنسبة الي جرمها علي اسلوب
قطعتي حلقه حول الصورة الوسطي و لا يزال لان يمتدان
بمقاربة ايقاع المرئي علي سمت الشعاع الممتد من خياله الي
البصر حتي تلتقي الصورتان و تصيران حلقة واحدة بوقوع
الجمعة علي اقرب ما يمكن من سمت و لو كان المرئي

S.49b/50a شرارة ناراً و ضوء فتيله صغير/ كان الامر ازيد وضوحاً و اذا كان مستطيلاً معترضاً ظهر الانقلاب و ان كان منتصباً ظهر التنكس*

و في بقية المقالات يقع فيها ما يقع في ساير المرآتي كما تقدم لكن يختص بمقالي الحسن و القبح ان بعض الاشخاص الذي يشينه عظم الصورة و زيادة شخوص صورة الوجه واحد يدابه فانه في الوضع الذي يقتضي روية الوجه صغيراً و المحدث قريباً من التسطیح ربما يستحسن منه صورته بروية الانعكاس و عكسه و قد يكون المستقبیح صغر الوجه ففي الوضع الذي يري منه الشئ اعظم مما هو عليه قد يستحسن ذلك و اغلاط هذه المرآة لا تخصر بالامثلة فلنقتصر منها علي ذلك*

الفصل الخامس في اغلاط المرآتين الاسطوانية المخروطية المقعرتين هاتان المرآتان قد يقع في بعض اوضاعهما ما يقع في الكرية المقعرة من العظم و المساواة و تعدد المرئي و انقلاب الجهة و النكس الوهمين مطلقاً و كذا الوضعيان الحقيقيان لكن في جهتين متقابلتين في جهتي التوا الاسطوانة و المخروط لا في جهتي طولهما و يزيدان

عليها بامتداد الصورة في الاسطوانة و ذلك قد يوجب
روية المستطيل مستديرا كما مر في المحدثين نظيرتهما و
في المخروطية يكون ذلك مع اضافة اترواء في الصورة و
يقع عكس ذلك ايضا و اعاجب روية الاشكال فيهما
كثيرة جدا نظير ما تقدم في الكرية المقعرة و زيادة و لا

O.55b/56a يخفي / ذلك علي المتامل و الله اعلم*



المرصد الثالث

في رؤية الانعطاف و هي رؤية الاشيا علي سمت غير مستقيم بلاخطة جسم شفاف غير الشفاف الذي البصر كآين فيه و ذلك اننا لما كنا نري الاضواء الواقعة علي مشف من احد سطحه لا تنفذ من السطح الاخر المقابل له بجملة بل نشاهد نافذه من محل مخصوص و وضع خاص و نري لبقية ذلك الجسم المشف ظلا مع كونه متساوي الماهية كقطعة البلور كرية كانت او مكعبة و كقارورة الزجاج الرقيقة المملوءة ماء صافيا فلزم البحث عن تعليل ذلك و ايضاح اسبابه في ضمن فصول خمسة*

الفصل الاول

في خواص هذه الاضواء / و هو يشتمل علي خمسة مقاصد* S.50a/50b

(ا) قد تقدم ان الضوء يشرق من المضي ذاتيا كان او عرضيا اسراقا كرييا الي سائر الجهات التي تقابله و انه يشرق من جملة المضي و من كل جزوء منه ممتدا في المشف الذي هو فيه*

(ب) ان الضوء اذا انتهى الي مشف اخر اضاء سطحه و صدر عنه اضواء خمسة منه ضوءان ثانيان احدهما عن سطحه المستضي الي ما يقابله كساير الاضواء الثواني الصادرة عن الاجسام الكثيفة الاستضاءة بعلة الكثافة في الجملة و الثاني يصدر عن هذه الاستضاءة و يسري في ثخانتة بالاشراق الكري و الثالث ضوء منعكس عن هذا السطح لصقالته كغيره من الاضواء المنعكسه عن سطوح المائي و الرابع الضوء النافذ فيه لسفيفه نفوذا خاصا و هو المبحوث عنه في هذا المرصد و الخامس ضوء ينعكس عن

سطحه المقابل للسطح الاول من داخله ممتدا في ثخنه
اعتبار ذلك ان نضع حوضا في موقع الضوء من بيت
الاعتبار و نملاه ماء خالصا شديد الصفاء و نغطيه بلوح
رقيق كثيف مماس لسطح الماء مخروق في محل موقع الضوء
حرقا اوسع من الموقع يسيرا ثم نتامل فنري البيت مضيا
بضوء عام في ارجايه و ضوء خاص منعكس علي / وضع
انعكاس الاضواء عن سطوح المرآتي فتتلقى ضوءا
الانعكاس بالجسم الاجوف فيبطل ز كذلك يبطل ما
يصدر عن موقعه من قاع الاجوف الا ما استثنى في مثله في
المرصد الاول و يبقى الضوء العام و هو الضوء الثاني ثم
ننظر الي جوف الحوض فنري فيه ضوءين احدهما والج
فيه ولوجا خاصا و يعرف ذلك بموقعه من قاع الحوض
المقابل لموقع من محل الخرق و الاخر عام فيه و لا يخلو امر
هذا العام من حالتين فاما ان يكون صادرا من موقع الضوء
علي سطح المشف او من موقعه علي كثيف قاع الحوض
او منهما و لا يجوز كونه من محل امتداد الضوء في المشف
اذا المفروض شدة صفايه و هي لا تقتضي ظهور الضوء فيه
للحس فضلا عن ان يصدر عنها ضوء اخر فنجعل فوق
هذا الحوض حوضا اخر و نلصق اسفله علي فم الحوض
الاول ثم نخرق سفلى الحوض الاعلى قدر خرق اللوح و

O.56a/56b

نملاه ماء و نغطيه بالوح المخروق و نخاذي بتحريك اللوح
 بالرصد وصول الشمس الي ارتفاع يقتضي وقوع الضوء
 S.50b/51a النافذ / من خرق اللوح علي الخرق الذي في اسفل
 الخوض بجمته فاذا كان كذلك انعدم وقوعه علي كثيف
 قاع الخوض الا علي فلا يري الضوء العام منعدا من
 ارجايه بل نراه قد ضعف فنعلم انه كان صادرا عنهما و
 ليس الكلام في الضء الثاني الذي كان صادرا عن قاع
 الخوض الكثيف فتعين وجود الضوء الساري فيه بالاشراق
 الكري مبتديا من موقع الضوء علي سطح المشف داخل
 ثقب اللوح و اما النافذ فمحسوس النفوذ والوجود
 بلاشبهة و سياتي بيان خصوص نفوذه انشا الله تعالي و
 اما المنعكس عن السطح المقابل فيعتبر ثقب وجوده بكره
 من البلور الصافي الصقيل السطح او قطعه مكعبه صقيله
 فيشاهد فيها الانعكاس الخارجي و الداخلي بتلقيه في جهته
 بكثيف يظهر عليه*

ج) الاضواء النافذه في المشف تكون اضعف من اصلها
 O.56b/57a اعتبره / بالنظر في موقع الضوء من قاع الخوض الاول
 مرة اخري بالنظر في موقعه اذا قطع بجسم كثيف خارج
 الما لونه لون القاع فيظهر الفرق و ان ثقب في حايط بيت
 الاعتبار ثقبان ليكون ضوء احدهما و الحافي الخوض و

ضوء الاخر مقطوعا بالكثيف الواقع بالقرب من ثقب اللوح لكان اوضح تميزا و هذا الضعف ذاتي لازم لزواتها بعد الولوج و ان جاز ان يقوي بالعرض و سياتي تحقيقه انشا الله تعالى*

د) قد يعرض للاضواء الواجبة في المشفات و النافذه منها ان تساوي اصلها مرة و تزيد عليه في القوة اخري كما كان في المرآة المقعرة فيؤل الي الاحراق في قوته كما كان هنالك و يظهر ذلك في الكرات في مسافة اقرب من التي يظهر فيها عن الاجسام المستقيمة السطوح اعتباره ان تقابل ضوء الشمس بكرة بلور صافيه صقيلة السطح او بزجاجة رقيقة كرية مملوأة ماء فنجد لها ظلا و في اواسطه ضوء قوي اقوي من اصله الواقع علي مثل ذلك الموقع فان جعل اماء كدرا بعضض كدوره ظهر فيها انخراط الضوء و تجمعمة و بعد النفوذ ايضا يزداد تجمعما و سياتي توضيح سببه فيول هنالك الي الاحراق*

ه) الاضواء النافذه في الاجسام المشفة يصحبها الالوان و قد مر الكلام عليه في روية الاستقامة في مشف الهواء و بقياس تلك الاعتبارات يصح / اعتباره في مشف غير*

الفصل الثاني

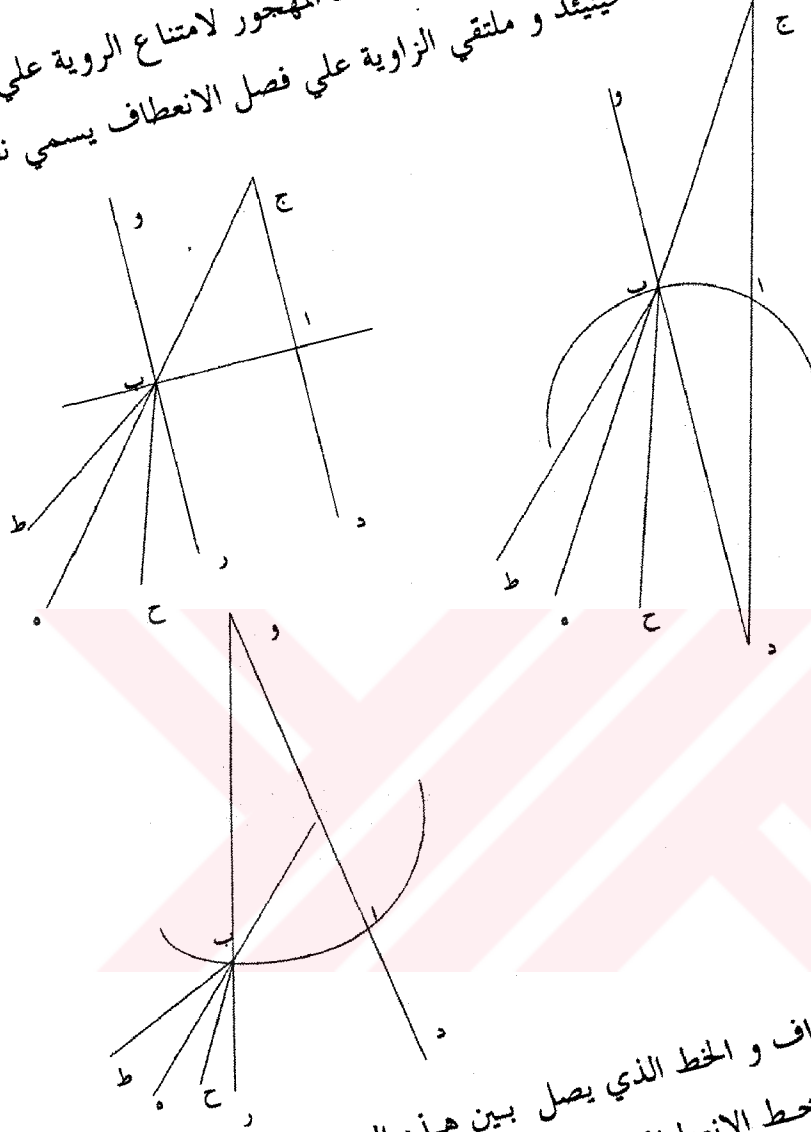
في كيفية الانعطاف و فيه سبعة مقاصد*

(ا) الضوء الواج في مشف غير الهواء يمتد فيه بعد ولوجه
علي سموت خطوط مستقيمة كما في الهواء و سياتي
اعتباره*

(ب) الضوء اذا لاقى سطح مشف غير الذي هو فيه فان
كان سهم مخروطه عمودا علي ذلك السطح باي شكل
كان من الاشكال الاصول فانه لا يزال نافذا فيه علي
سمت استقامته و ان لم / يكن عمودا علي سطحه فانه
ينفذ فيه علي سمت مستقيم غير ذلك السمت الوارد عليه
فيحيطان بزاوية و لنسم هذا النفوذ انعطافا و المشف الذي
اقتضي الانعطاف مخالفا و السطح المتوهم فيه امتداد سهم
الضوء و انعكافه علي سمت الاستقامة سطح الخيال و
الفصل المشترك بينه و بين سطح المخالف فصل الانعطاف
و الخط الذي عليه امتداد الضوء اذا كان مايلا علي سطح
المشف و فرض واجا علي الاستقامة غير منعطف فما بعد

O.57a/57b

الولوج منه يسمى الخط المهجور لامتناع الروية علي سمته
 حينئذ و ملتقي الزاوية علي فصل الانعطاف يسمى نقطة



الانعطاف و الخط الذي يصل بين هذه النقطة و النقطة
 المريفة خط الانعطاف و الخط الذي يتوهم قائما علي
 السطح من نقطة الانعطاف في جهتي الفصل عمود
 الانعطاف و لا يكون ابدا خارجا عن سطح الخيال*

ج) متي كان المخالف اغلظ من المشف الذي فيه الضوء كان الانعطاف الي جهة العمود و متي كان الطف كان الانعطاف الي خلاف جهة فلنسم الزاوية الكاينة من خط الانعطاف و الخط المهجور زاوية الانعطاف سواء كانت في جهة العمودا و في خلافها*

د) زاوية الانعطاف تختلف فمتي كانت بقدر ما في مخالف فانها تعظم في وضع مثله من مخالف اشد منه غلظا و تصغر في مثل ذلك الوضع في المخالف الذي هو ابلغ لظفا من لطيف مخالف وجدت فيه و ليكن لمثال ذلك كله علي الخط المستقيم و علي محذب الدائرة و مقعرها في مثلثه ثلاثة ا ب فصل انعطاف في سطح المخالف و ج مركز الضوء فان كان سهم مخروطه عمودا علي خط ا ب وليكن مارا بنقطة ا لم يزل نافذا علي سمت الاستقامة و لينته الي نقطة د فان كانت هي المرئية فلنسم هذا العمود عمود الروية لان تلك / النقطة تري من سمته بعينها و في موضعها و ان لم يكن عمودا كخط ج ب فلننفذه الي ه فخط ه ب / الخط المهجور ثم نفرض من ب علي خط ا ب عمودا نافذا في جهتيه كعمود و ب ر، و نقول ان كان المخالف اغلظ كان خط الانعطاف ب ح في ثخاته و ان

O.57b/58a

S.51b/52a

كان اللف كان الخط ب ط و الاول في جهة العمود عن
خط ب ه و الثاني في خلاف تلك الجهة*

ه) لا يكون الخط المهخور و خط الانعطاف الا في سطح
واحد مع العمود و مركز البصر و هو سطح الخيال و هذا
السطح لا يكون الا قائما علي سطح المشف*

و) لا تبلغ زاوية الانعطاف بالفعل الي نصف قائمة*

ر) اصغر زوايا الانعطاف اقواها ضوءا اعتبار ذلك كله /

O.58a/58b

ان نتخذ صفيحة مستقيمة السطح مستديرة و نرسم علي
سطحها دون المحيط بمقدار يسير دائرة اب ج د علي مركز
ه، نقطعها بقطري اه ب، ج ه د المتقاطعين علي قوايم ثم

نقسم كلا من ربعي ب ج، ب د بتسعين قسما متساوية
او ما هو اذق من ذلك و نصل بين خمساتها و المركز

بخطوط مستقيمة و نكتب / اعدادها فيما بينها مبتديه من

S.52a/52b

نقطة ب في كل من الجهتين الي ص، و لنسم هذه الاقسام
سموتا ثم نتخذ لبنتين من صفيحة متينه علي اسلوب هدفتي

عضادة الاسطرلاب متوازياتي الاضلاع قائماتي الزوايا و

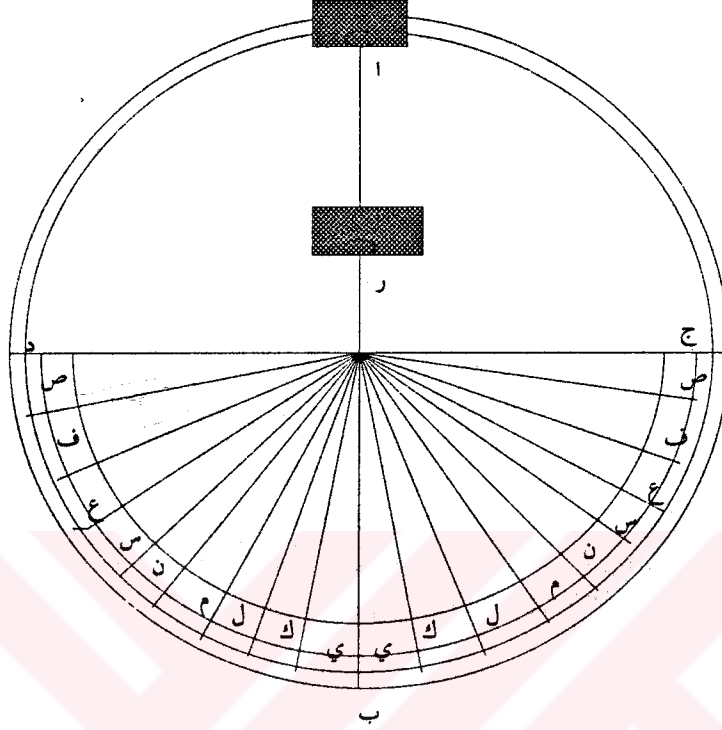
لنسم احدهما علي نقطة قائمة علي السطح بحيث يكون

قطر اب قائما علي سطحها في منتصف ضلعها المماس

للسطح ثم نخط في سطحها من نقطة اعمودا علي اب، و

لنسم الاخري علي هذا القطر بين اه قريبا من المركز بحيث

يتوازي سطحها الهدفتين فيقطع ضلعها المماس خط اه علي
ر، و نخرج في سطحها من نقطة ر عمودا علي ره ثم نبعد



عن نقطة ر علي عمودا لهدفة بقدر جزؤين من اجزاء
المحيط و نعلم علامة و بذلك القدر نبعد عن نقطة ا، و
نعلم علامة اخري و نجعل كلا من العلامتين مركزا و
بذلك البعد ندير دايرة و نخرقها خرقا مستديرا يماس محيطة
في الهدفة العليا نقطة ا، و في السفلي نقطة ر ثم نعمل
صفيحة كالمسطرة نسبة طولها من قطر اب لنسبة احد
عشر من سبعة و عرضها قدر علو الهدفة عن السطح و
نديرها علي محيط ج ب د قائمة علي سطح الالة كمنطقة

الة اعتبار الانعكاس و لنسمةا ايضا المنطقة و تكون قد
 خططنا في سطحها خطا مستقيما في طولها بعده عن
 طرفها الذي الصقناه بالصفحة قدر نصف قطر ثقب
 الهدفة سوا و لنسمة و خط المنطقة و هو محيط دائرة سطح
 الخيال و نخرج اقسام المحيط اعمدة علي مقعرها ثم نقيم
 علي السطح من نقطة ر شخصا كايه معتدلة مكفوقه
 الراس / ليظهر ظل راسه للحس و طوله قدر نصف القطر
 ليكون امارة علي المركز و لنسمة الشخص انتهى و اما
 طريقة الاعتبار و ليكن اولا بمخالف اغلظ فهو ان تحاذي
 الشمس بالهدفة العليا حتي يشتر ظلها الهدفة السفلي
 بجملتها حال كون سطحها قائما علي سطح الافق و
 الصفحة مظلل نفسها اعني ان لا يكون لاشعة الشمس
 اشراق و لا احتجاب عن واحد من سطحها و ان يدخل
 الشعاع من الثقيبين علي الشرط العروف في احد الارتفاع
 و يكون ظل راس الشخص علي العمود من المنطقة القايم
 علي نقطة ب مفرزا منه قدر نصف قطر الثقب و بهذه
 الشروط نولج الالة في ما عزب صاف بجييث بماس مركز ه
 سطح الما حال / قيام الشرايط فان كان سطح الما علي
 سمت ن / من ربع ب د مثلا فيكون عمود الانعطاف علي
 سمت م من ربع ج ب ف نري الضوء حاليثمد قد عدل

O.58b/59a

S.52b/53a

O.59a/59b

عن سمت استقامة ه ب الي سمت اخر مستقيم كاين فيما
 بين ب، عمود م وليكن علي سمت به فقوس به هي قوس
 الانعطاف و كلما كانت الزاوية الواقع بين العمود و
 نصف قطره ب اعظم كانت زاوية الانعطاف اعظم في
 المخالف الاغلظ و عكسه في اللطف و لا يخفي اننا لو
 جعلنا في قفاء الالة محورا اسطوانيا مستديرا ثابتا بارزا بحيث
 يكون سهم اسطوانته واقعا علي المركز و ركبناه في ثقب
 كءين في سطح ضلع عضاره اسطوانيه مربعه و كان
 طرفها من اسطوانة مستديرة كالمحور و وضعناه في قطب
 مستدير في قاع الحوض بحيث يدور فيه و لا يميل عن
 القيام علي سطح الافق و كانت الالة يمكن ادارتها علي
 محورها المركب في سطح العصاده و ملانا الحوض / ماء
 الي ان يلاقي سطحه المركز فان الاعتماد حينئذ علي
 الوضع المخصوص و الاعتبار به يكون اسهل و النعد الي
 الاعتبار فنقول لو جعلنا مكان الماء العذب ماء اجاجا ملحا
 لكان الانعطاف اشد فكانت زاويته اعظم من مقدارها في
 ذلك الوضع في ماء عذب و نري امتداد الضوء من المركز
 الي المحيط علي سمت مستقيم في الماء كما كان في الهواء
 كيفما اعتبارناه فليس الانعطاف الا من نقطة علي سطح
 الماء بل علي فصل الانعطاف و لا يكون سهم مخروط

S.53a/53b

الضوء اعني ظل راس لشخص متفككا عن ملازمة خط
 وسط المنطقة مادام وضعها صحيحا فلا يكون خط
 الانعطاف و عموده و الخط المهجور الذي هو علي
 استقامة سهم مخروط الضوء الكاين في الهواء الا في سطح
 الخيال ابدأ تحقيق و تعليل انما كان انعطاف الضوء عن
 سمت نقطة ب الي جهة عمود ه م في هذا الاعتبار لان
 مشف الماء اغلظ من مشف الهواء الذي ورد فيه الضوء من
 الثقبين و انما كان في الماء الملح اشد لانه اغلظ من الماء
 العذب فانه يحمل من الثقل ما لا / يحمله العذب بل
 يغوص و يرسب فيه و لان القارورة الواحدة اذا كانت
 مملوءة ماء ملحا كان وزنها اثقل من كونها مملوءة ماء حلوا
 و هي علم حمل الماء للثقال كما ثقب في الطبيعيات فلا
 نخرج عن المقصود بتحقيق بيانه و اذا كان الامر كذلك و
 كان الغلط مقتضيا للانعطاف كان الشداده يقتضي ازدياد
 الانعطاف عمودا الي امر الاعتبار فنقول لو كنا في اقليم
 يقتضي مرور الشمس بسمت الراس فيه و اعتبارنا في ذلك
 الوقت هذا الامر لوجدنا مركز الضوء علي عمود ب من
 المنطقة و انعدم الانعطاف لكون الشعاع عمودا علي
 سطح الماء كما سيأتي اعتباره في مخالف اغلظ فير مايع
 فتتخذ قطعة من البلور سطحا متواويان منها قدر نصف

O.59b/60a

دايرة اب ج د من الصفيحة و الثالث اسطوانى مستدير
 قايم السطح عليهما و الرابع مستقيم قايم عليهما ايضا
 ولتكون ثخانتها علو المنطقة و هي في غاية من الصفا و
 سطوحها في نهاية من الجلا و نضعها في الالة بحيث يماس
 سطحهما المستدير سطح المنطقة و قطر سطحها المماس
 لسطح الصفيحة لقطر ج د، و نثبتها من طرفيها بشميعة و
 قد حصل المقصود الاعتبار بالبلور لا يشترط قيام الالة
 علي سطح الافق عند الاعتبار بغير المايح بل الشرط تظليل
 الصفيحة نفصحا عند دخول / الشعاع من الثقبين و كون

S.53b/54a

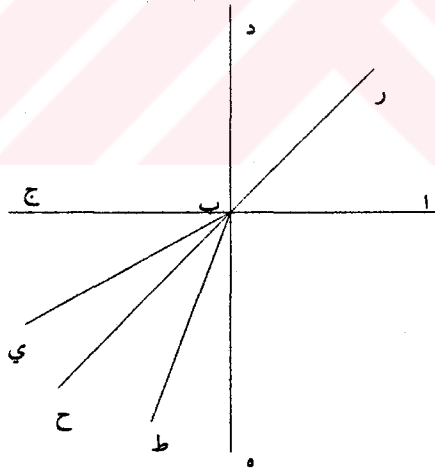
سهمه علي مركزيهما باي وضع كانت الصفيحة عليه بعد
 وجود ذلك و حينئذ فلا يقع انعطاف اصلا لكون سهم
 مخروط الشعاع عمودا علي سطح البلورة ثم ندير البلورة
 الي ان ينطبق نصف قطر ه ن من ربع ب د علي نصف
 قطرها فلا محالة يكون العمود خط ه م فنثبتها في هذا
 الوضع بشمعة و تعتبرها فنري الضوء قد عدل عن
 استقامة خط ه ب الي سمت اخر مستقيم فيما بين ب م، و
 يكون حينئذ قوس الانعطاف اعظم من به لان جرم البلور
 اغلظ من جرم الما العذب فان مكعبا منه يكون اثقل من
 مقعب مثله من الما العذب كما تقرر في / الطبيعيات
 الاعتبار بالمخالف اللطف لنتهد قطعة من البلور شبيهة

O.60a/60b

بالاولي و يكون نصف قطرها قدر خط ه ر، ثخانتها بقدر
علو الهدفة و نلصق سطحها المستقيم الذي هو نصف
دايرة الي سطح الصفيحة بحيث ينطبق مركز سطحها علي
مركز الصفيحة و قطرها علي قطرها و نثبتها من طرفيها
شععة فيكون ما بين سطحها القطري و سطح المنطقة هو ا،
و هو الطف و نعيد الاعتبار فنري مركز موقع الضوء علي
مقاطعة خط وسط المنطقة لعمود ب فلا انعطاف لان
سهم مخروط الشعاع عمود علي سطح المخالف اللطف و
هو الهواء المماس لسطح البلورة المستقيم ثم نجعل قطر
البلورة علي استقامة سمت ل من ربع دب مثلا فيكون
عمود الانعطاف علي سمت س من ربع ب ج، و نعتبر ما
تقدم فنري الشعاع قد عدل عن خط ه ب المهجور الي
خلاف جهة العمدة و ليكن علي ي من ربع دب الذي
ليس فيه العمود لان مشف المخالف الطف من المشف
الذي ورد منه الضوء و بكل اعتبار فنجد مواقع الخطوط
كلها من وسط المنطقة مقتضيا وحدة سطح الخيال و
وقوعها فيه بجملتها كما كان في المخالف الاغظ و كلما
كانت الزاوية الذي بين الخط المهجور و سمت الذي
انطبق قطر سطح البلورة علي استقامة اعظم كانت زاوية
الانعطاف اعظم في المخالف / اللطف و عكسه في

الاعلظ و لنمثل ذلك فنقول ليكن خط ا ب ج فصلا و
نقطة انعطافه ب، و نقيم عليه عمود د ب ه، و ليكن
مركز المضي ر، و نصلها بنقطة ب بخط و ننفذه الي ح ثم
نقسم زاوية ح ب ه كيف اتفق بخط ب ط، و نفرضه
خط انعطاف لمخالف اعلظ و نقسم زاوية ج ب ح
كذلك بخط ب ي بفرض خط الانعطاف / في مخالف
الطف و نقول الزاوية التي بعظمها تعظم زاوية الانعطاف
تسمي العطفية كزاوية ح ب خ اعني ر ب د للاعلظ و
زاوية ج ب ح اعني ر ب لالطف و اما زاوية ط ب ه
للاول و زاوية ج ب ي للثاني فتسمي كل منهما بالزاوية
و الباقية ايضا*

O.60b/61a



الفصل الثالث

في ان الابصار من وراء المخالف يكون بالانعطاف و
بلاستقامة و فيه اربعة مدارك*

ا) كل بادراكه البصر من وراء مخالف فان كان سهم
مخروط الضوء الوارد بصورته الي البصر عمودا علي سطح
المخالف فموقع السهم من المرئي يكون مرئيا بالاستقامة و
ماعدا ذلك من نقاطه التي يكون الخط الواصل بينها و بين
البصر ما يلا علي السطح تكون مرئية بالانعطاف و لا تري
بسمت الاستقامة مطلقا اعتباره ان تتخذ انبوبة اسطوانية
كالتى تقدمت في آلة الانعكاس و نرفع شخص ثقب الهدفة
و ندخلها فيه الي ان يبقي سطح قاعدة فهما علي مسامته
قطر ج د، و يبقي مركز سطح الخيال مركزا السطح
قاعدة اسطوانة الانبوبة فنثمت الاسطوانة هنالك و تضيق
هذا الفم حول مركز القاعدة ثم نعلم علي اجزاء وسط
المنطقة بنقاط حسية ذات الوان دهنية لا تخل في الما ثم
ندخل الالة في حوض الاعتبار بالشروط المتقامة فان كان
سطح الما منطبقا علي قطر ج د، و اطبقنا المقلة علي الفم

الاعلي من الانبوبة مع اجتحدنا بان يكون مركز البصر
 علي سهم / الاسطوانة فاننا نري رقم عمود ت لان
 الضوء الثاني الوارد من الرقم الي البصر عمود علي سطح
 الما فلو املنا الالة الي ان ينطبق سمت م من ربع ب د /
 علي السطح و ثبتنا الاله علي شروط وضعها و نظرنا من
 الانبوبة فاننا لا تري حينئذ النقطة التي علي عمود ب من
 وسط المنطقة بل تري رقم عمود ك مثلا من ربع ج ب
 الذي فيه عمود الانعطاف لغلظ المخالف و يكون الضوء
 الوارد من تلك النقطة بصورتها الي مركز سطح الخيال
 اعني نقطة الانعطاف قد انعطاف في الهواء الي خلاف جهة
 العمود حتي وصل الي البصر لان مشف الهواء الطف و ان
 اعتبارنا بابلورة التي سبق شرح الاعتبار بها في مثال
 انعطاف الاغلظ لراينا الامر علي نسبق ما في الماء و ان
 اختلفت زاوية الانعطاف فيما قدرا لكنا نحتاج الي قطع فم
 الانبوبة بقطع اسطواني مايل حتي ينطبق مركز سهمها
 علي مركز سطح الخيال اعني نقطة الانعطاف و ان
 اعتبارنا بالورة الثانية المسوقه في بيان الانعطاف في الالطف
 و كان قطرها قائما علي قطر ج د لم يكن هنالك انعطاف
 في و ان كان مايلا عليه و كان فم الانبوبة منطبقا علي
 سطحها المحذب عند ثقب هدفة ر لراينا الامر علي تلك

S.54b/55a

O.61a/61b

الهيئة الانعطافية و يكون الي خلاف جهة العمود لالطفية
 بالمخالف و لا يحصل بين البلورة و الانبوبة انعطاف لان
 سهم الانبوبة قايم علي السطح المحذب بل يكون
 الانعطاف علي اي وضع كانت من الميل عند نقطة
 الانعطاف من مركز سطح الخيال و لو كررنا الاعطار في
 الامور الثلاثة المتقدمة باملتها علي اي سمت كان الميل فاننا
 لا تري بذلك الوضع نقطة عمود ب بل غيرها و تختلف
 النقاط المرئية باختلاف الميل فليس يري من وراء المشف
 المخالف شئ بالاستقامة الا اذا كان سهم مخروط الضوء
 الوارد قائما علي سطحه و حيث كان الامر كذلك و تقرر
 ان الاضواء تحمل صور الالوان و توديتها الي ما يقابلها و
 بذلك تدرك المرينات بالاستقامة و انها اذا صادفت صقيلا
 انعكست عنه حامله صورة لونه الي المقابلة الخاصة و ان
 البصر اذا كان هنالك ادرك تلك الصورة فنقول اذا كان
 الامر / كذلك في مشف الهواء و غيره فاخلق بان يكون **O.61b/62a**
 الابصار بالانعطاف بورود / صورة اللون مع الضوء الممتد **S.55a/55b**
 من المرئي الي محال الانعطاف ثم انعطافه حاملا تلك
 الصورة الي جهة المقابلة الخاصة التي وقع البصر فيها
 فيحصل الادراك بها و الله تعالي اعلم بحقايق الامور نتمه
 قد مر في تشريح العين ان بين الرطوبة الجليدية التي هي

مظهر انطباع الصور الادراك و بين الطبقة القرنية الرطوبة
البيضية و لا خفا ان مشفهما اغلظ من مشف الهوا فلا
جرم يكون هنالك انعطاف و من قوايده ادراك ما حاذي
زاويتي العينين و الا لما كانت حلركة المقلّة تفي بذلك دون
تحريك الراس فان قيل فهذا الانعطاف يستلزم روية الاشيا
اصغرهما هي عليه و ليس كذلك فاننا نحقق المقادير من
البعد المعتدل علي ما هو حقها قلت الاستلزام ظاهر و
تحقيقنا كميات المقادير لكثرة استعمال البصر في روية
الاشيا من مبدا العمر و ممارسة معرفة مقاديرها و هو
المقتضي ملكه الادراك المطابق للواقع بقوة التفات النفس
الي تحقيق ذلك مع قطع النظر بعد هذه الملكة عما تقتضيه
الة الابصار من ذلك المقدار فسبحان من اعطي كل شي
خلقه ثم هدي*

ب) اصغر العطفيات لمشف اغلظ يكون خط انعطافها
اقرب الي عمود الانعطاف من خط انعطاف عطفيه اعظم
منها و سيأتي تحريره*

ج) اصغر العطفيات لمشف الطف يكون خط الانعطاف
لها اقرب الي فصل الانعطاف من خط انعطاف لعطفيه
اعظم من الاولي كما سنبينه انشا الله تعالى*

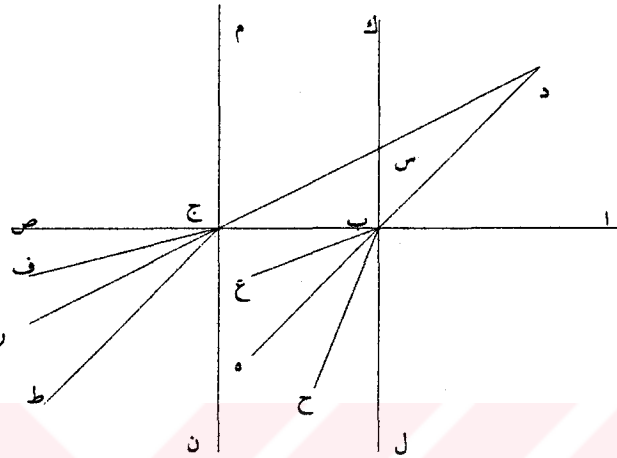
د) لا يكون لنقطة مريئة ببصر واحد الا نقطة واحدة
للانعطاف كما سيحي بيانه*



الفصل الرابع

في بيان نسب زاويا الانعطاف قال العلامة بن الهيثم رحم
الله و قد بين بطلميوس في المقالة الخامسة / من كتابه في **O.62a/62b**
المنظر ان العطفية اذا كانت اربعين علي ان القائمة تسعون
فان البقية تكون خمسة و عشرين و اذا كانت العطفية
خمسين كانت البقية ثلاثين فتبين من ذلك ان انعطافه
الاربعين جزوا خمسة عشر جزوا و انعطافه الخمسين
عشرون فتبينان زيادة انعطافية الخمسين علي الاربعين
نصف زيادة العطفية الاولي علي العطفية الثانية / ثم بين **S.55b/56a**
بطلميوس ان زيادة الانعطاف علي الانعطاف من بعد
الخمسين تكون اعظم من نصف تفاضل العطفيتين و
كلامه مشعر بان ذلك في كرة من البلور وليكن لبيان تلك
النسب خط ا ب ج فصل انعطاف علي سطح مخالف
مستقيم و د المضي و ب ج نقطتا انعطاف في مخالف اغلظ
فخط ب ه من د ب ه المهجور كخط ج ر من خط د ج
ر و خط ب ح خط انعطاف في مخالف اغلظ لخط د ب ه
كخط ج ط لخط د ج ر، و لنخرج عمود ك ب ل علي

ب في جهتيها و عمود م ج ل علي ج كذلك و ليتقاطع شعاع د ج مع عمود ك ب علي س فنقول زاوية د ج م اعظم من زاوية د ب ك لان د ج يقطع ك ب فزاوية د س ك اعني د ج م اعظم من زاوية د



ب ك فزاوية ر ج ط اعظم من زاوية ه ب ح و نسبة زاوية ر ج ط الي زاوية د ج م اعظم من نسبة زاوية ه ب ح الي د ب ك و زيادة ر ج ط علي ه ب ح اقل من زيادة د ج م علي د ب ك و زيادة د ج م علي ر ج ط اعني ط ج ن اعظم من زيادة / د ب ك علي ه ب ح اعني

O.62b/63a

ح ب ل و ان كانت نقطتا الانعطاف في مخالف الطرف فليكن خط الانعطاف في الصورة الاولي ب ع، و في الثانية ج ف، و نخرج ا ج علي استقامته في جهة ج الي ص، و نقول زاوية ف ج ر اصغر من زاوية ع ب ه و نسبة زاوية ف ج ر الي زاوية د ج ا اصغر من نسبة زاوية

ع ب ه الي زاوية د ب ا، و نقصان ف ج ر عن ع ب ه
 اكثر من نقصان د ج ا عن د ب ا، و نقص ف ج ر عن
 د ج ا اعني ص ج ف اقل من نقص ع ب ه عن د ب ا
 اعني ج ب ع و زاويتا ع ب ج، ف ج ص الزايدتان و
 لنسم ما مضى من الاعتبارات و النسب قانونا لنخيل عليه
 باخصر عبارة / و اما معرفة مقادير زوايا الانعطاف
 لعطفياتها فطريقه بالماء بعد قسمة الحيط بادق ما يمكن من
 الاقسام و اقامة الاعمدة عليها علي المنطقة و تحرير ذلك
 التحرير السافي ان ان نرسد الشمس عند ارتفاعها عن
 الافق و صيرورة الارتفاع خمسة درج و ندير الالة وهي
 والجة في الما بشوطها المذكوره الي ان ينطبق سمت الخمسة
 علي سطح الماء و نفذ الضوء من ثقبى الهدفتين حالتيه
 فاينما وقع راس الشخص المعين لمركز ثقب الهدفة من
 اقسام وسط المنطقة من الدرج و اجزاها فهو قوس
 الانعطاف ثم نفعل كذلك بالارتفاعات المتفاضلة خمسة
 فخمسة الي غاية الارتفاع فلو كنا في قطر تمر الشمس
 بسمت راسه لامكنا ذلك لسائر اجزاء قوس الارتفاع
 فنعمل جد و لا نثبت في عرده الطولي العطفيات متفاضله
 بخمسة او ثلاثة او واحدة حسبما وقع في رصد ذلك و الي
 جانب كل مقدار قوس زاوية انعطافه فيحصل بذلك

S.56a/56b

المقصود و لا يخفي رصد ذلك بقطعي البلور في الاغلظ و
 الالطف علي نمط ما تقدم الاعتبار بالكري المخالف
 الاغلظ و طريقه ان نعمل كرة من البلور قطرها قدر
 نصف قطر الصفيحة و نقطعها بسطح / مستو قطعاً يزيد
 عن نصف الكرة بقوس يساوي جيبها نصف قطر الثقب و
 نخط في سطح دائرة القطع قطراً موثراً في سطح بحيث ان
 سطح القطع اذا الصق علي سطح الصفيحة روي القطر و
 امكن تطبيقه علي اي سمت اردناه بشرط ان يكون طرفه
 قريباً من مركز الصفيحة قريباً يقتضي ان يكون طرف قطر
 الكرة الموازي له منطبقاً علي علي مركز سطح الخيال
 فيمكن الاعتبارها علي وجه التحرير ثم نطبق القطر علي
 سمت ما و تلصق القطعة من طرفيها بالشمع و نعتبرها
 بشعاع الشمس بشرطه المتقادم ثم نلتقي الشعاع من محل
 نفوذه منها بقطعة من صفيحة شبيهة بالمنطقة فيها عمود و
 خط كخط وسط المنطقة و يكون حرفها ملاقياً لسطح
 للصيحة حال لقي الشعاع و نحركها علي سطح الصفيحة
 في ملاصقة محيط الكرة الي ان يقع مركز الضوء اي ظل
 راس الشخص علي التقاطع و حينئذ فايئما وقع العمود
 من الصفيحة علي السموت فعدده من المحيط قوس
 الانعطاف و لا نزال نفعل مثل ذلك بسمت بعد / سمت

O.63a/63b

S.56b/57a

الي ان يستو في ما يمكن عتباره فانه لا يمكن في جملة
القوس كما لا يخفي*



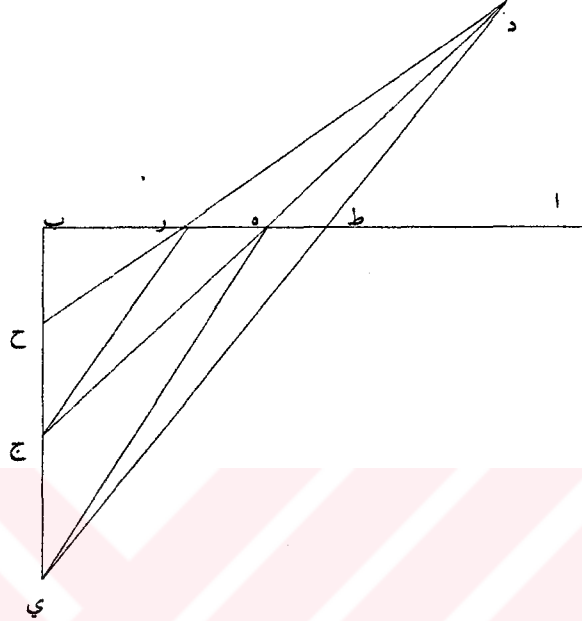
الفصل الخامس

في الكلام علي الخيال و بيان مواقعه الخيال صورة
المبصر المدرك بخاسة البصر من وراء جسم مخالف اذا لم
يكن الخط الواصل بين المبصر و البصر عمودا علي سطح
المخالف و في ذلك ست مسائل*

(ا) لا تري صورة من الصور المرئية بالانعطاف بعينها و انما
المرئي خيالها و يظن الراسي انه ادرك المرئي بالاستقامة و
لا يحس بالانعطاف و اذن فهو يدركه في غير موضعه
اعتباره ان نضع جسما ثقيلآ في اناء قايم الحرف و نتباعد
عنه الي ان يختفي عنا باحد تلك الحروف ثم نامر من
يصب في الاناء ماء صافيا الي ان يملآ فعند استقرار عن
التموج نراه بعد ان لم يكن مرئيا الماء و نري الصورة
كالمرتفعة الي موقع الخيال نقطة الخيال / هي موقع الخط
المهجور من العمود الواقع علي الفصل متصلا لنقطة
المرئية*

O.63b/64a

ب) في بيان المحل الذي لا يمكن الانعطاف منه ليكن خط ا
 ب فصلا و نقيم عليه من ب عمودا في ثخن المخالف
 وليكن اغلظ و النقطة المريثة منه ج و مركز البصر د و



اليكن غير واقع علي سمت استقامة العمود و نصل ج د
 فيقطع الفصل علي ه فنقول لو كان البصر علي العمود او
 سمته لادرك ج بالاستقامة لكنه مال عنه الي جهة افنقطة
 الانعطاف بين ه ب فنفرضها علي ر، و لا يجوز كونها
 نقطة ه، و لا نقطة ب بالقانون و لا ماورا ب بالاولي
 فنصل در و ننفذه الي العمود علي ح فهي خيال نقطة ج،
 و نصل رج فهو خط الانعطاف ثم ليكن المخالف الطف
 و نقول ان كان مركز البصر علي سمت العمود رويت
 نقطة ج بالاستقامة و ان مال كهذه الصورة لم يكن محل

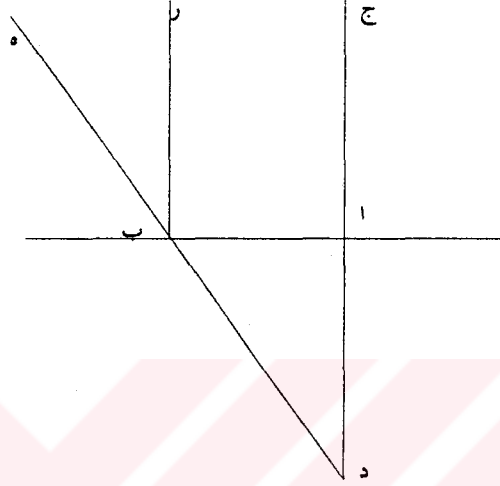
نقطة الانعطاف فيما بين ه ب، و لا نقطة ه بالقانون و
التكن علي ط فيما بين ا ه، و نصل د ط، و ننفذه الي
العمود و ليقطعه علي ي فنقطة ي / خيال نقطة ج، و
نصل ط ج فهو خط الانعطاف و ذلك ما طلبناه*

S.57a/57b

ج) و بما ثبت في هذه الدعوي فالمرئي في مخالف اغلظ
يري اقرب الي سطحه مما هو عليه من البعد في العمود
الواصل بين المرئي و السطح و المرئي في مخالف الطف
يري اسفل من السطح مما هو عليه في ذلك البعد من ذلك
العمود و لاجل ذلك اذا اولجنا قضيبا اسطوانيا مستقيما في
ماء صاف الي نحو نصفه فان كان سهمه في سطح الخيال
و كان طرفه الظاهر في جهة الناظر و ليس مركز البصر
علي عمود قائما علي سطح الماء ملاق لنقطة من نقاط
القطعة الواجبه في الماء فانه يري القضيب كالمنكسر عند
سطح / الماء الي قطعتين و كل منها مستقيم و زاوية
الانكسار عند السطح و يري القطعة التي في الماء كانها
اخذه الي الارتفاع و كذلك ان لم يكن سهمه في سطح
الخيال اما اذا كانت في سطحه و القطعة الظاهرة في
خلاف جهة الناظر فانه يدركها مستقيمة و لا يحس
بالانعطاف و سياتي جوابه في الاغلاط*

O.64a/64b

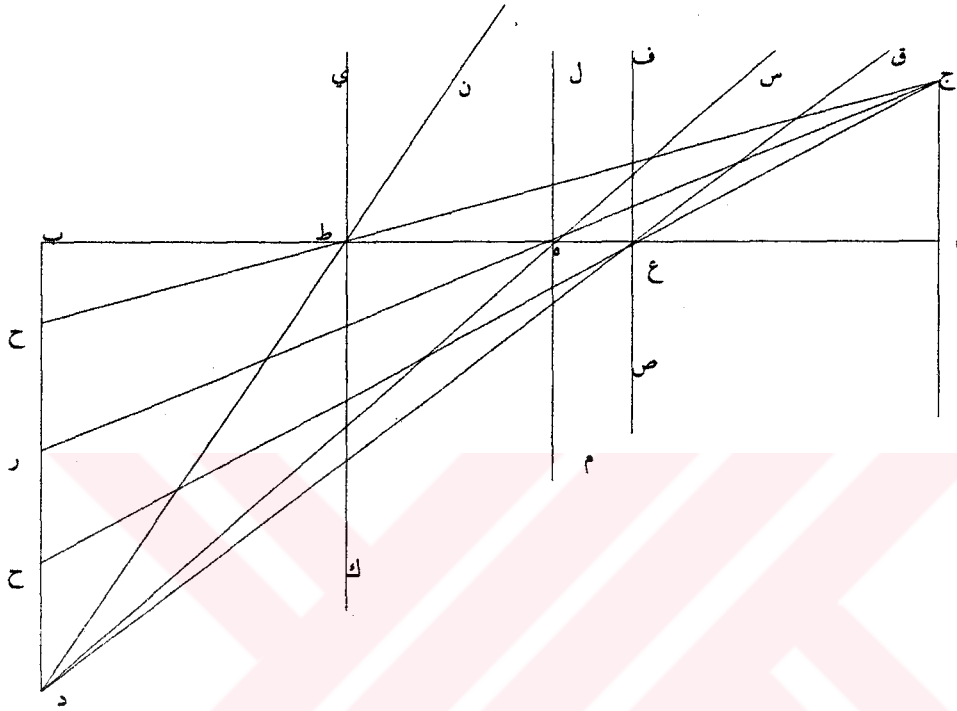
د) النقطة الواحدة الواقعة في مخالف لا تري بالاستقامة و
الانعطاف معا و لا يكون لها خيالان لبصر ناظر واحد و
ليكن لبيان ذلك اب فصل انعطاف و مركز البصر ج و
لنخرج عمودا من ج الي اب، ننفذه في جهة ا، ثم ليكن



نقطة د المرئية علي العمود فنقول لا شك ان بصر ج
يدركها بالاستقامة من سمت ج ا، و في موضعها من غير
انعطاف و لا يمكن ان يدركها من غير ذلك الموضع فان
امكن فليدركها من موضع ب، و نصل دب، و نخرجه الي
ه ثم نقيم علي اب من ب عمود ب ر في جهة ه فصورة
د ان امتدت في مخالف اغلظ الي ب علي سمت دب المائل
علي الفصل فتنعطف في اللطف الي خلاف جهة العمود
فلا يمكن ان تصل الي ج ابدا و ان امتدت في مخالف اللطف
فانها تنعطف في الاغلظ الي جهة العمود و لا تبلع خط

انعطافها العمود ابدا بل هو عنه في التباعد فلا يتصور
ملاقاته لخط اج في جهة ج ابدا فضلا عن ان لاقيه علي
ج، ذلك ما حررناه* /

S.57b/58a



و ان لم تكن النقطة المرئية علي ذلك العمود فلا يدركها
البصر بالاستقامة بل بالانعطاف و يكون لها ايضا خيال
واحد فليكن لبيان ذلك في مخالف اغلظ اب الفصل و ج
مركز البصر و النقطة المرئية د فلا يدركها البصر
بالاستقامة لان الخط الواصل بين ج د ليس عمودا علي
اب فليدركها من نقطة / انعطاف ه فنخرج ح من د علي
اب عمود دب ثم نصل ه ج، ننفذه في جهة ه فيقطع

O.64b/65a

عمود دب علي ر، و هي الخيال و نقول لا يكون الخيال
الاعمود دب لانه في سطح الخيال باقانون و لا يكون
الانقطة ر، و الا فليكن ح فان كان بين ب ر فنصل ج ح
فيقطع ه ب علي ط فنخرج منها عمود ي ط ك نافذا في
الجهتين و علي ه عمود ل ه م كذلك ثم نصل دط و
ننفذه في جهة ط الي ن ثم ده، ننفذه الي س فلان زاوية ه
د ب اعظم من زاوية ط د ب فعطفيه سه ل اعظم من
عطفيه ن ط ي فانعطافه س ه ج اعظم من انعطافيه ن ط
ج فزاوية ج ه د اصغر من زاوية ج ط د و ذلك محال و
ان كان بين رد فنصل ايضا ج ح فيقطع اه علي ع، و
نقيم منها علي اه عمود ف ع ص، و نصل د ع، و
نخرجه الي ف في جهة ع فلان زاوية ع دب اعظم من
زاوية ه دب فعطفيه ق ع ف تعظم من عطفيه س ه ل /
فانعطافيه ق ع ج اعظم من انعطافيه س ه ج فزاوية ج ع
د اصغر من زاوية ج ه د و هو محال فليس لنقطة د
الايخال واحد و هو ر، و ذلك ما حررناه*

S.58a/58b

و ليكن لبيانه في مخالف الطف اب فصل / الانعطاف و ج
مركز البصر د النقطة المرئية و نقطة انعطافها ه ثم نخرج
من د عمودا في جهتيها علي اب، و هو عمود ر د ب ثم
نصل ج ه، ننفذه فيقطع ب ر علي ح فهي نقطة الخيال ثم

O.65a/65b

الخيال المفروضية كذلك فاما ان تفقظ بين د ب، و هو

مستحيل لان الانعطاف / في هذه الصورة يقتضي عدم O.65b/66a

الوصول الي د لمبانية جهة المرئي لجهة امتداد خط

الانعطاف او كون المشف المفروض الطف مشفا اغلظ و

هو خلف باطل و اما بين د ح فنصل ج ر فيقطع ه ب / S.58b/59a

علي ع، و نعمل عليه منها عمود ف ع ص، و نصل د

ع، و نخرجه الي ف، و نقول زايدة ب ه د اعني زايدة ب

ه د اعني زاوية ك ه ا اصغر من زايدة ب ع د اعني زاوية

ق ع ا فعطفيه ج ه ا بالقانون اصغر عطفيه ج ع ا فزاوية

ج ه ط اعني ج ح ب اعظم من زاوية ج ع ف اعني ج ر

ب و هو محال فلم يكن لنقطة د خيال غير ح، و ذلك ما

حققناه*

ه) لا يكون لنقطتين مبصرتين بالانعطاف علي عمود واحد

خيال واحد لا في المخالف الاغلظ و لا في الالطف و

لتكن النقطة المصرة في الشككين خيالا لمبصرين هما في

الاول نقطتا ح، و في الثاني نقطتا ر، و بمثل بيان ذلك

المحال يتبين استحالة ذلك الفرض هنا*

و) خيال الخط المستقيم و قد يكون خطين متلاقيين علي

زاوية و قد يكون ثلاية خطوط لانه قد بعرض لنقطة منه

ان تري بعينها فلا يكون لها خيال و قد يعرض ذلك

لنقطتين و لا يجوز عروض ذلك لاكثر فان المقتضي لعدم
 الخيال اما مماسة النقطة لفصل الانعطاف او كان العمود
 القائم علي فصل انعطاف الخط واقعا علي تلك النقطة فلا
 يكون لها خيال فيقي خط الخيال مركبا من خطوط ثلاثة
 و هو اعوج و سياتي في الاغلاط تحرير خشية الاطالة
 بتكررتقرير*

خاتمة المرصد في اغلاط البصر بالانعطاف

لما كان بعض المبصرات الذي ليس في سمت استقامة شعاع
 البصر لا يدرك الا بتوسط المشف كان وجوده علة اخري
 تضاف الي علل الابصار فتصير الي احدي عشرة علة كما
 مر في روية الانعكاس و لزوم البحث عن صلاحية ذلك
 المشف من حيث الشفيف و شكل السطح و وضعه حتي
 نعلم انه كيف يكون بتوسطه / ادراك الشئ بمعانيه علي ما
 هو عليه باقرب طريق ينسب اليه فنقول الاضواء الواقعة
 علي المخالف اذا نفذت منه كان لها خالة اجتماع بحسب
 الانعطاف في الاغلاط تقتضي زيادة قوة الضوء في وضع
 مخصوص و بعد خاص و شكل يخصه كما في العيون

O.66a/66b

المصنوعة من البلور التي يحكها الحذاق ليري بها دورا
الابصار الضعيفة الاشياء باوضح من روية الاستقامة لقوة
الضوء الذي يتجمع بسببها و الشكل الذي / يقتضي روية
الصغير كبيرا زيادة عما يقتضية شكل اخر بزيادة التجمع
في البعد الذي بينها و بين البصر ثم بينها و بين المبصر في
الوضع المحصوص*

S.59a/59b

فخروج المشف في جانب اللطف و الغلظ و ثخن الجرم و
الشكل له مراتب و صور لا تخر و بحسبها يقع التغير في
المعاني المبصرة حتي انه يؤول الي روية الشخص القايم
منكوسا بالانعطاف و هو عجيب و سياتي تحريه في محله
و لنسرد المعاني مع بعض ما تقتضيه من الاغلاط الكلية
ليقاس عليها غيرها و جزوياتها باخضر عبارة توضح المراد و
لنتكلم اولا و بالذات علي المخالف المستقيم السطح و ما
كان سطحه قريبا من الاستقامة جدا بحيث لا يدرك الحس
كريته كسطح عنصرا لما فنقول اما افراطه في اللطف بحيث
يقارب شفيف الهواء فمقتض ظن العدم به خصوصا اذا
كان قليل الثخن و كان سهم المخروط الذي يكون به روية
ماراه عمودا علي السطح لعدم الانعطاف علي العمود و
صغر زاوية ما قرب منه جدا فلا يري في المريثات التي وراه
تغيرا يحس فيظنه معدوما ففي مقالة الضوء يقتضي الغلظ

في ادراك الاضواء التي وراه علي ما هي عليه لما انه يري مرة
 اضعف و تارة اقوي غير انه يكون اضعف بالذات و اقوي
 بالعرض و يضعف الضوء يكون اللون ايضا ضعيفا بالذات
 فيقع الغلط في ادراكه علي ما هو عليه ايضا و في مقالة
 O.66b/67a البعد يلزم الغلط ايضا لان البعد يضعف الاضواء و الالوان /
 و في الانعطاف بعد اخر سواء كان المخالف اغلط او
 الطف لان الخط المستقيم المايل علي سطح المخالف اذا
 فرض واصلا بين البصر و المبصر فلا يمكن به الروية من
 وراء المخالفات مطلقا و هو المهجور و لا تكون الروية الا
 علي الخط الممتد من المبصر الي نقطة الانعطاف ثم منها الي
 البصر و هما ضلعا مثلث و المهجور ثالثهما و هو قطعة من
 خط روية الاستقامة فخطا روية الانعطاف اطول منه و اما
 خرزجه في جانب شدة الغلط او تزايد اللطف فيقتضي
 شدة انحناء الزاوية الصادرة من انعطاف الضوء فيكون
 المهجور اقصر لان الضلع الاعظم يوتر الزاوية العظمي
 فيكون الضلعان الباقيان اطول منه بمرتبتي اخري و في مقالة
 S.59b/60a الوضع لا بد و ان يري / المستوي ما يلا و لتكلم علي
 ذلك في مرئي مواز لسطح المخالف فنقول مركز البصر اما
 ان يقع علي عمود من اعمدة سطح المرئي او لا فان كان
 الاول فانه يري محل العمود بعينه و في موضعه و ان كان

الثاني روي بخياله بالانعطاف و في موقع الخيالات في
الاعلظ اقرب الي فصل الانعطاف من النقطة المرئية بعينها و
باقي نقاطه يكون القرب فيها مندرجا و كذلك في الالطف
لان موقع العمود مرئي بعينه و في موضعه و باقي النقاط
مرئية بخيالاتها و تلك الخيالات ابعد عن الفصل من المرئي
يعينه بالتدرج فتحتم روية الموازي مايلا و بهذا النظر
يتصور روية المائل مستويا و المائل بعض الميل شديد الميل و
يري المستوي القامة منكسا مثال ذلك اننا اذا اخذنا قطعة
من البلور متوازية السطحين و نظرنا منها و هي بالقرب
من البصر الي ماوراها من منتصب القامة فاننا ندرکه كما
هو فاذا باعدناها يسرا فيسرا فناه تصل الي حد تشبيه فيه
الصورة و اذا تجاوزت في البعد عن ذلك روي المنتصب
وراها منكوسا فليكن لبيان ذلك اب خطا مرثيا منتصبا في
القيام امام البصر و ج د فصل انعطاف في سطح البلورة من
جهة المرئي و خط ر ه فصل في السطح المواجه / للبصر و
O.67a/67b
سطح ابجد قطع مخروط ضوء الخط الوارد الي سطح البلورة
علي سهم المخروط و هو ح ط، و لنخرجه في جهة ط من
المخالف الي ي وليكن ج ه عمودا علي الفصلين و لذلك
در، و نقول الشعاع الوارد من ا الي ج من فصل ج د
ينعطف الي جهة عمود ج ه لان المخالف اغلظ الي ان يقع

من فصل ه ر علي ك، و لنقم منها علي الفصل عمود
الانعطاف في جهتي الفصل شاهدا للجهة ثم ينعطف الي
خلاف جهة العمود لان المخالف الطف و يمتد علي
الاستقامة فيلاقي سهم ح ط ي علي ل، و يتجاوز عنه الي
م ثم تتوهم شعاشا اخر من ا يرد الي الفصل علي نقطة ن
فنتقيم العمود و نقول انه ينعطف الي جهته لغلظ المخالف
الي نقطة س من فصل ه ر ثم ينعطف منها الي خلاف جهة
العمود الذي تقام علي س فيقع علي ل، و ينفذ منها الي
ع، و بمثل ذلك نقول خط ب د ينعطف في المخالف
الاغظ الي جهة العمود حتي يقع علي ص، ثم الي خلافها
فيقع علي ل، و يقوتها الي ق، و كذلك نفرض خطا اخر
يمتد / من ب ثم الي خلاف جهته حتي يقع علي ل، و
يتجاوزها الي ح، و كذا حكم جميع نقاط خط اب التي
يرد منها الضوء الثاني بصورة المرئي فيكون مخروط الضوء
الوارد بالصورة الي ل مستويا فان كان البصر فيما بين ل،
و الفصل فانه يري القايم منتصبا كما هو ثم ان المخروط
فيما بعد ل، ل يكون منقلبا لان الاشعة التي وردت من
اعاليه امتدت بعد ل الي اسافله و بالعكس فان كان البصر
وراء نقطة ل راي خط اب منكوسا و بمثل ذلك يتبين ان

S.59a/60b

يمكن اجتماعها و الي متقاربات تجتمع بانعطاف و بغيره و الذي به الادراك بالانعطاف هو المجتمع لانه اقواها و اوضها و المتفرق ليس بطريق للادراك فلا يضرنا وجوده اذا وجد سب الابصار بغيره فانقيل ان اشعة لق، لح، لع، لم متفرقه فكيف يكون راس مخروط عند البصر قلت الخطوط انما سبقت للشميل و الا فجمله سطح / ق ل م ضوء متكيف بكيفية ضوء المرئي فايضا كان البصر منه صلح ان يكون راس مخروط قاعدته بين ل ي بالقرب من ل لانه قد تقرر ان مثل نقطة ل لا تكون نقطة هندسية اصلا فهنالك سطح صغير هو قاعدة المخروط و ليراجع اوائل الكتاب و ما في المرآة المقعرة مما يظهر به حسن التعليل عند المتأمل و الله اعلم بحقايق الاحوال و في مقالات الجسامه و الشكل و العظم لما كانت الجسامه تابعه لعظم المقادير فلتكلم علي العظم و نقول في الشكل تفريغا للمقام ان ذا الزوايا ربما روي مستديرا و ان جازت رويته في ذلك البعد علي شكله و كذلك روية الكرة سطحها مستقيما و سببه تزايد البعد و الوضع الخاص بل ربما روي مايلا و تري الكونيا و الحلقة قضيبا مستقيما حسبما تقرر في روية الانعكاس بشرط اعني وقوع سطوحها في سطح الخيال لما تقدم من الادلة في روية الانعطاف و لتنعطف الي ما نحن بصددده و نقول الخط

O.68a/68b

المستقيم المرئي في ثحن مخالف اغلظ يري بالانعطاف تارة اعظم من رويته بالاستقامة و اخري مساويا و مرة اصغر و لنقدم بين يري البرهان مقدمة و هي كل خط كاين في ثخانة مخالف اغلظ و هو مواز لفصل الانعطاف و في سطح خيال واحد فرض عليه نقاط و قام عليه منها اعمدة فانها تكون اعمدة علي فصل الانعطاف ايضا و العمود المار منها لمركز البصر هو عمود الروية فالنقطة التي عليها هذا العمود من الخط المرئي / تري بعينها و في موضعها و لا يكون لها S.61a/61b خيال و كل نقطة باينت عمود الروية منه فلا تري بعينها بل بخيالها و يكون موقع ذلك الخيال في اثناء خط بارز من تلك النقطة عمودا علي فصل الانعطاف و كذلك الحال في خط ابعد منه عن عمود الروية الا ان نقطة الخيال التي علي العمود الاقرب منه تكون ابعد من موقع العمود علي فصل الانعطاف من نقطة الخيال التي علي العمود الابعد من ذلك العمود عن عمود الروية ثم نقول ان عمود عمود الروية اما ان يكون قائما علي طرف الخط المرئي او في اثنائه او خارجا عنه و في هذه الاوضاع نقول ان رويته بالانعطاف تكون اعظم / من رويته بالاستقامة و البعيد يري قريبا و ليكن O.68b/69a لبيان هذه الاختلافات باسرها و اطراد الحكم فيها شكل يجمعها فخط اب فصل انعطاف لخط جد المرئي و ه مركز

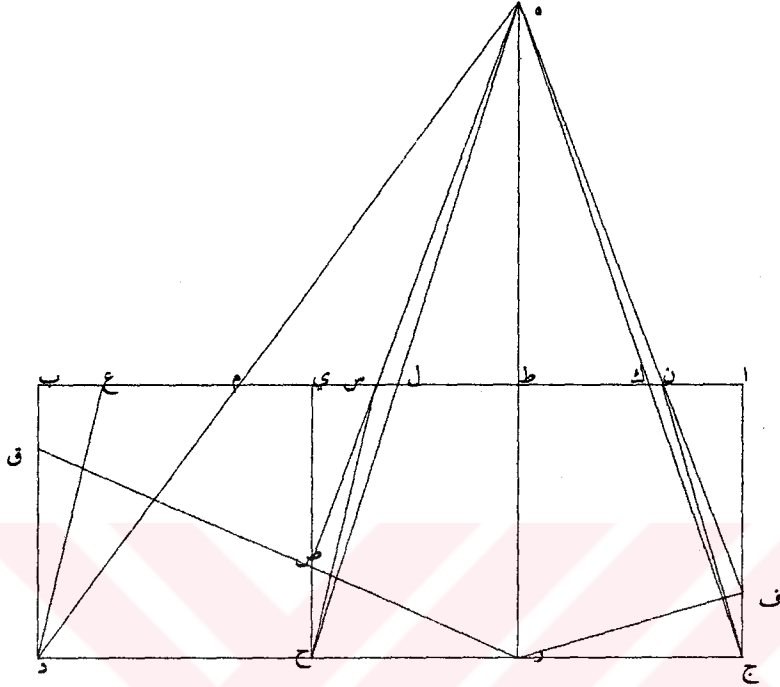
البصر و نقطا ر ح مرئيتان مفروضتان و علي الخط المرئي
من النقاط الاربعة اعمدة جا، رط، حي، دب و لننفذه
رط الي ه و نصل خطوط هح، هح، هد المهجورة التي لا
يجوز الروية منها في المخالف لواحدة من نقاط ج، ح، د و
هي تقاطع الفصل علي نقاط ك، ل، م فنقول ان نقطة
انعطاف ج يكون فيما بين¹ اك و ليكن من نقطة ن و لا
تري مما بين كط و الا كان الانعطاف الي خلاف جهة
العمود و هو خلاف المفروض من المخالف الاغلظ و لا من
نقطة ا او ماوراها لان خط الانعطاف اذن لا يصل اليها و
لذلك يكون نقطة انعطاف ح فيما بين لي و ليكن علي س
و يكون نقطة انعطاف د فيما بين م ب وليكن علي ع و
نصل ه ن و ننفذه فيقطع عمود اج علي ف و لذلك نفعل
به س فيلاقي عمود يح علي ص و مثله هع يلاقي عمود بد
علي ن فخيال ج هو ف و خيال ح هو ص و خيال د هو
ق و لا خيال لنقطة ر و خط صح اقصر من خط قد و هو
القرب المدعي و لذلك يري البعيد قريبا و قد مر في مقالة
البعث ايضا و قطر انعطاف خط ج ح خط ن س و قطر
خياله خطا فر، رص لا خط / واحد مستقيم يصل بين

S.61b/62a

فص لانه خيال رح، رص و خط الخيال لح د، ص ق و
نقول اجمالا خط ج د يري بالانعطاف من زاوية ف ه ق
اعظم من رويته بالاستقامة عند زوال المخالف من زاوية ج
ه د و بالتفصيل يري خط جر من زاوية ف ه ر بالانعطاف
اعظم مما يري من زاوية ج ه ر بالاستقامة و مثله روية خط
رح و لما كانت انعطافيه ص س ح التي اقتضت نقصا في
روية خط ح د بالانعطاف اصغر من انعطافيه ق ع د التي /
O.69a/69b
اقتضت فيه زيادة كان مرثيا بالانعطاف من زاوية ق ه ص
اعظم من روية بالاستقامة من زاوية د ه ح و ايضا لما كان
قطر خيال ص ق ما يلا عن وضع ح د و هما بين عمودي
يح، بد فصق اطول من ح د فهو يوتر زاوية اعظم من التي
يوترها الاقصر خصوصا مع كون ساقى المثلث الذي
يوتره الاطول كون وضع الاقصر من مثله اميل من وضع
الاطول من مثله فخط ح د يري بالانعطاف من مثلث ق
ه ص اعظم كثيرا من رويته بالاستقامة من مثلث د ه ح و
ذلك ما حصلناه*

و اما روية البعيد قريبا فلان موقع الخيال من العمود اقرب
الي الفصل من نفس المرئي فان قيل فعلي هذا كان ينبغي ان
يри بالانعطاف اوضح قلنا القريب خياله لا ذاته و قد

تقدم ثبوت الضعف في روية الانعطاف و انه يزداد بعظم
زاوية الانعطاف رتبة اخري حيث يكون كذلك كما في



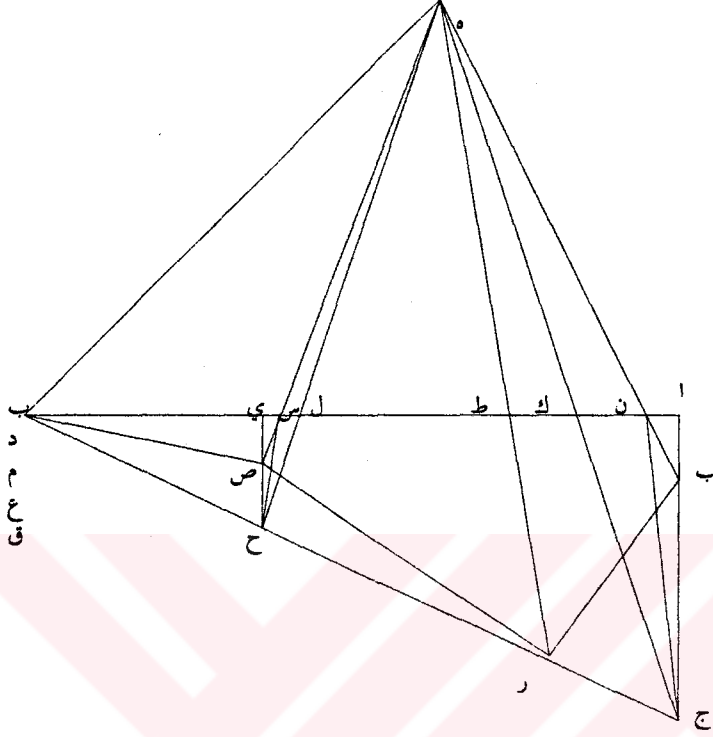
صورة السؤال / و ان كان الخط المرئي مايلا ميلا يسيرا **S.62a/62b**

كان المدعي ثابتا ايضا و ليكن لبيانه في الاختلافات باسرها
الشكل المقدم و رموزه بعينها ماعدا ميل خط ج د و نعتبر
قيام اعمدة ا ج، ه ط ر، ي ح، ب د علي فصل الانعطاف

لا علي الخط المرئي فتكون / نقطة الخيال الواقعة في اثناء **O.69b/70a**

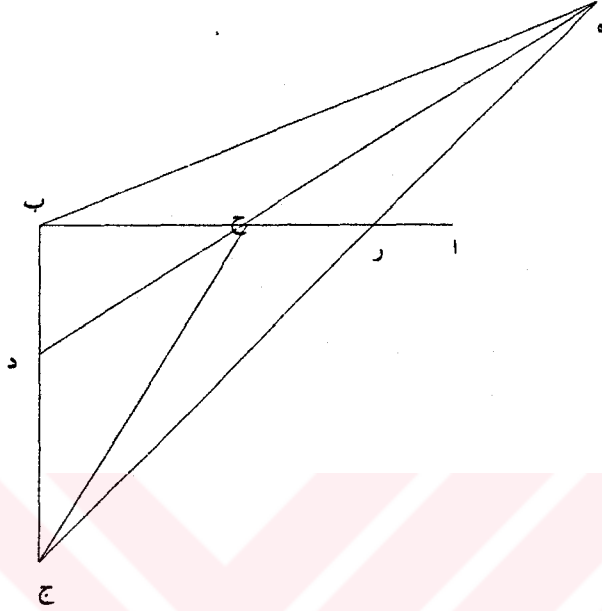
العمود الاقرب من عمود الروية ابعده عن موقعه علي
الفصل من موضع نقطة الخيال التي علي العمود الابعده
فيثبات نقطة ر و حركة د الي جهة ب يتحرك خيال ق
اليها ايضا لكن حركة ق تكون ايضا لقرب مسافتها و

لا خيال لهما و خيال ح و هو ص متزدد في اثناء العمود
 بحسب وضع مركز البصر علي عمود ه ط / و ذلك ظاهر O.70a/70b



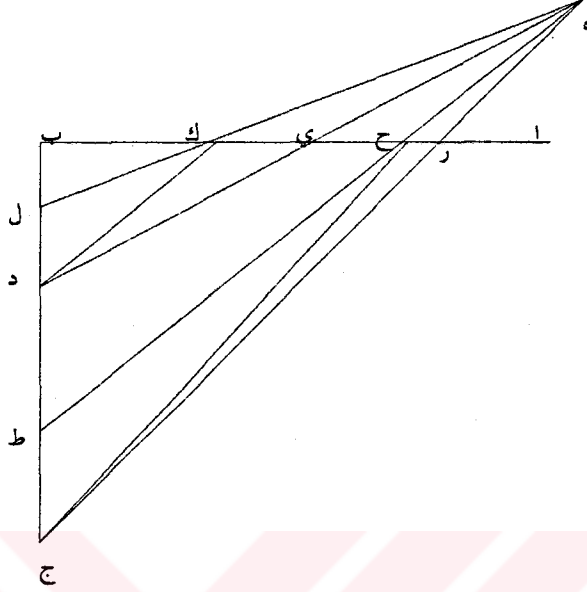
و خط ح ب يري من زاوية ب ه ص بالانعطاف / اصغر S.62b/63a
 من رويته بالاستقامة من زاوية ب ه ح ثم لتصور ثبات
 نقطة د علي ب و حركة ح متباعده عن الفصل الي ان
 يصير ح د عمودا علي ا ب مع اتحاد نقطتي د ب فنقول ان
 العمود يري بالانعطاف اصغر من رويته بالاستقامة فليكن
 لبيانه ا ب فصل الانعطاف و ج ب العمود و ه مركز
 البصر فنصل ه ج فيقاطع الفصل علي ر و قد تقرر ان نقطة
 الانعطاف تقع بين ب ر و لتكن علي ح و نصل ه ح و

ننفضه الي العمود المرئي و ليلقه علي د خيال فهي خيال ج
ثم نصل ه ب و نقول زاوية روية ج ب بالانعطاف هي ب
ه د و هي اصغر من رويته بالاستقامة من زاوية ب ه ج



O.70b/71a و هو المدعي فان لم يتصل العمود بالفصل فنقول / انه
يري بالانعطاف اعظم مما يري بالاستقامة فضله به و نعيد
الشكل بعينه و ليكن العمود ج د و هو المرئي فخيال ج و
هو ط يجوز وقوعه علي د و فيما بينها و بين ج كما في
المثال و بين ب د كل ذلك بحسب طوله و قصره مع نسبة
عظم انعطافه ابعده نقطتي طرفيه و صغرها من الفصل الي
نسبت عظم انعطافيه اقربهما و صغرها ثم في هذا المثال

نصل ه د بالخط المهور و ليقطع الفصل علي ي و التكن
نقطة الانعطاف لنقطة د نقطة ك و نصل ه ك و ننفذه الي



خيال د و نصل ك د و نقول لا يخفي ان انعطافيه ط ح ج
التي اقتضت نقصا اصغر من انعطافيه ل ك د التي اقتضت
زيادة فزاوية لهط اعني زاوية روية ج د بالانعطاف / زاوية
دهج و هي زاوية رويته بالاستقامة و ان كان موقع الخيال
نقطة د اتحدت نقطتا دط و جاز اتحاد نقطتي حي و

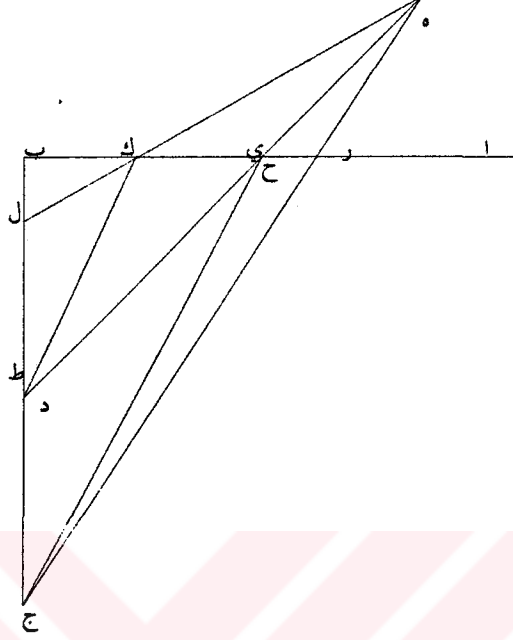
S.63a/63b

افتراقهما و بمثل ما مر من البيان يتم البرهان*

O.71a/71b

و ان كان موقع نقطة الخيال بين بد وقعت نقطة انعطافي
ح ك في جهة واحدة عن ري بين ي ب و كذلك تقع
نقطتا الخيال و هما ط ل في جهة واحدة بين دب و بما مر

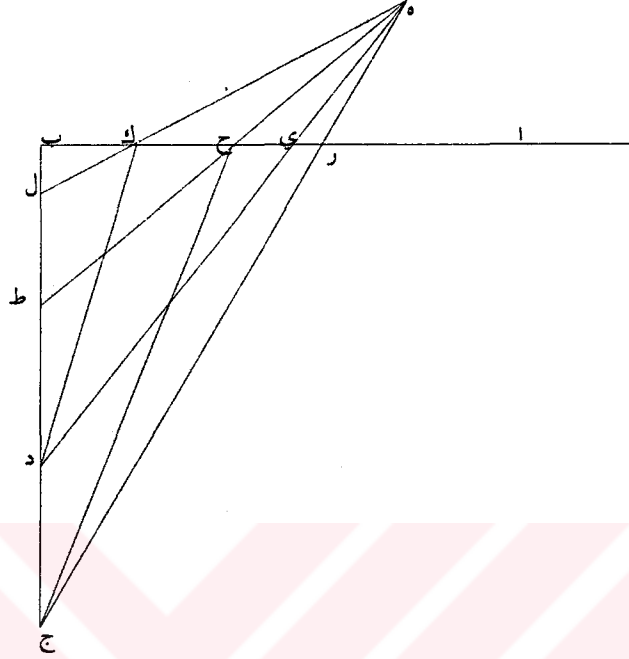
من البيان يتم البرهان و لروية العمود المماس للفصل
خصوصية لا تطرد في اجزائه فلا يحسن طرد الحكم في



العمود نظرا الي مادة مخصوصة فان الطرف المماس مرثي
بعينه و في موضعه و لا كذلك امر عجيب و ذلك ان
يكون الشيء بحاله تقتضي رويته بجملته اصغرهما هو عليه
و روية بعض اجزايه اعظمهما هو عليه و ذلك ما نقنحاه
فان مال العمود الي جهة البصر و كان طرفاه في ثخن
المخالف فانه يصل الي حد تساوي فيه رويته بالاستقامة و
الانعطاف لان قرب راسه الذي من جهة البصر الي سمت
روية الاستقامة يقتضي / صغرا في الزاوية التي كانت
تقتضي العظم فيصل الي المساواه و لم تتعرض الي تحديد
ذلك تبعلن تقدمنا من اصحاب المطلولات و لانه يحتاج الي

S.63b/64a

مقدمات كثيرة من ضبط الزوايا العطفية و حصر بعد مركز
البصر عن العمود القايم منه علي الفصل و حصر



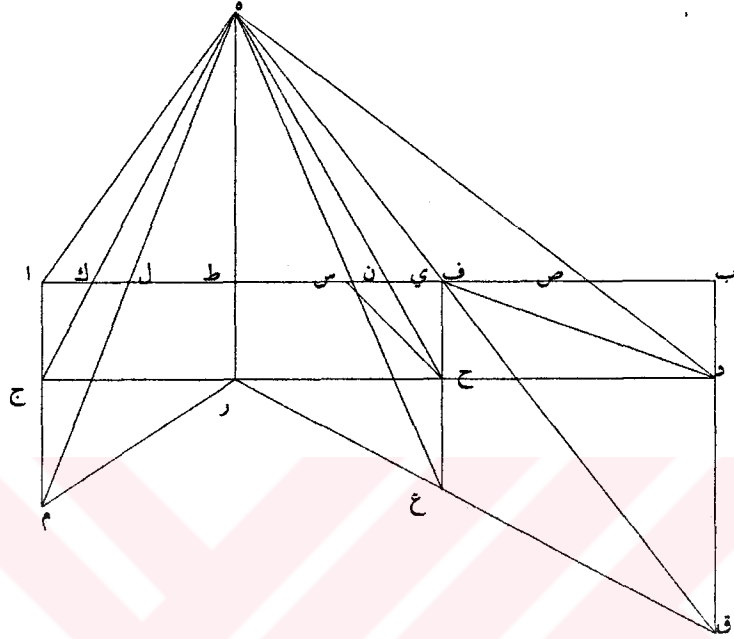
طول المرئي و بعد كل من طرفيه من محل معلوم من الفصل
و ليس فيه طایل سوي التطويل فاننا لم نحدد امرا من
الاغلاط بحد بل المراد تعليل تلك الامور التي تري بحاسة
البصر المخالف علي خلاف ما تقتضيه رويته الاستقامة ثم
انه بزيادة ميله يزداد تصاغرا الي ان يصير علي مسامته خط
الانعطاف لنقطة ج فلا يري / بالانعطاف له امتداد اصلا
الي ان يتجاوز الخط المحجور لانه فيما بين المحجور و نقطة
الانعطاف تنعدم رويته بالمرّة لعدم المقتضي فاذا تجاوز عن
ذلك امكنت رويته و دخل في عموم ما قدمناه في المايل الله

O.71b/72a

تعالى هو الهادي للصواب ثم لنشرع في تقرير هذه المواد في
المخالف الالطف فنقول في بيان تلك الاختلافات التي
للمرثي الموازي لفصل الانعطاف ان لكلها اثرا في الجميع
يري المقدار المرثي بالانعطاف اصغر من رويته بالاستقامة و
يري القريب بعيدا و الخيال منكسرا و ليكن لبيان ذلك
فصل الانعطاف اب و المرثي في المخالف الالطف خط ج د
و مركز البصر ه و نعين علي الخط المرثي نقطتي ر ح
كيف انفق و نخرج من نقطة ج عمودا علي ج د في جهتيه
وليلق الفصل علي ا و من ر عليه في جهة الفصل خطا يلقيه
علي ط و ينفوذه الي مركز البصر و من ح عليه ايضا
عمودا نافذا في جهتيه و ليلق الفصل علي ي و العمود
الرابع دب نافذا في جهة د و نصل هج بالخط المهجور و
ليقطع الفصل علي ك و نقول لا تقع نقطة الانعطاف علي
ك و الالكان مرثيا بالاستقامة و لا فيما اك و الا كان
المخالف اغلظ و هو خلاف المفروض فبقي ان يقع فيما بين
ك ط و ليكن علي ل و نصل ه ل و ننفذه الي العمود
الخارج فيلقاه / علي نقطة خيال ج و هي م و نقول لا
يكون لنقطة ر خيال لان مركز البصر علي العمود الواصل
اليها و بهذا القياس تكون مقاطعة الخط المهجور الذي
لنقطة ح علي ن من الفصل و تكون نقطة الانعطاف لها س

S.64a/64b

و نقطة خيالها ع و تكون المقاطعة لمخجور نقطة د نقطة
ص و نقطة الانعطاف ف و الخيال ق فبالجمال يري خط
ج د بالانعطاف من زاوية ق ه م اصغرهما يري بالاستقامة



من زاوية د ه ج و بالتفصيل روية خط رح و خط رج و
خط رد كذلك و خط ح د يكون كذلك / ايضا فان
انعطافيه د ف ق التي تنقص روية خط د ح اعظم من
انعطافيه ح س ع التي تقتضي في رويته زيادة فنقصه
بفضلهما واقع فرويته بالانعطاف بزواوية ق ه ع اصغر من
رويته بالاستقامة بزواوية د ه ح و انما يري القريب بعيدا
لبعد خياله فيماله خيال فعند نقطة لا خيال لها تكون روية
النقطة بعينها و في موضعها فلا تكون بعيدة فيقع روية قطر

O.72a/72b

الخيال منكسرا و ان كان طرف الخط المرئي مماسا لسطح
المخالف كان فيه نقطتان مرئيتان بعينهما و في موضعهما
فيكون فيه انكساران كما مر في المخالف الاغلط و بقياس
انعطاف هذا الشكل مع ملاحظة اختلافات اشكال
الاغلاظ لا يخفي التصوير و التصور¹ فلا تطيل به و
الاحكام عكس تلك الاحكام فما كان هنالك مرثيا
بالانعطاف اعظم / يكون ههنا اصغر و المساوي علي حاله **S.64b/65a**
و ما كان هنالك اصغر فهو هنا اعظم و في هذا الشكل لو
كان عمود اج مرثيا و وصلنا اه لروي بالانعطاف من زاوية
اه م اعظم من رويته بالاستقامة من زاوية اه ج و اما اذا لم
يكن الخط بجملته في سطح خيال واحد لاعتراضه امام
البصر و كون مركز البصر غير واقع علي / عمود الروية **O.72b/73a**
فان كان مقاطعا لسهم مخروط الشعاع الوارد منه الي الناظر
علي قوايم و هو مواز لسطح المخالف و السهم منصف له
روي بالانعطاف اعظم من رويته بالاستقامة و ليكن لبيان
ذلك اب الخط المستقيم المتصف بالصفات المعينه مرثيا من
ورا المخالف الاغلط و ج علي منتصفه و مركز البصر د
فنقيم علي كل من نقاط ا ج ب عمودا الي

1) التصوير 0.

و لان خط اب مواز لسطح المخالف فخط لن موازلهما
فخطوط ل ا، م ج، ن ب متساوية و ل ن يساوي اب و
حيث كان اه عمودا علي سطح المخالف فخط دل مائل
علي السطح فزاويه لطس حادة فزاوية دطس اعني دل ا
منفرجه فخط دا اطول من خط دل و بمثله بانفراج زاوية
دن ب نبين ايضا ان خط دب اطول من خط دن فلكون
مخروطي ادب، ل دن متساويي القاعدتين المتوازييتين / و
خطي دا، دب اطول من خطي دل، دن يكون زاوية ل دن
اعني زاوية روية / اب بالانعطاف اعظم من زاوية رويته
بالاستقامة و هي زاوية ادب و كذلك يكون الحال في
تفصيل الخط اعني خطي اج، ج ب كل علي حدته و
البيان و الحكم واحد بمثل هذا البرهان و ذلك ما ادعيناه ثم
نقول اذا تقرر ذلك ففي المائل و المنحرف المعترضين الحكم
كذلك ما لم يبلغ احد طرفيه الي مماسة سطح المخال و اما
ان كان ذلك في مخالف الطف فنقول الاحكام كلها بعكس
ما ثبت في الاغلط و لا يخفي ذلك عند رسم الاشكال علي
الاسلوب القانوني بمراعاة المطابقة لفرض السؤال و فيما
تقدم غنا عن التطويل ينفصيل احوالها و لا يخفي عن
اشرفت بصيرته بنور التحقيق كيف يقام البرهان علي

O.73a/73b

S.65a/65b

احكامها في سائر هذه الاختلافات بالقياس علي امثالها
المقدمة و الله وليا لتوفيق*

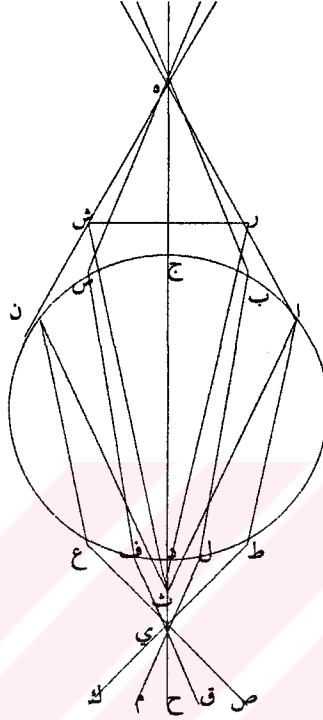
و اما الكلام علي هذه الاغلاط في الكرات المصمته فنقول
فيه المخالف الكري لا يخلوا اما ان يكون اغلظ او الطف و
علي الاول اما ان يكون كرة تامة او قطعة كرة ففي التامة
نقول ان الضوء لا يسري في جميع سطحهما لا بالاستقامة
و لا بالانعطاف كما يسري في مستوي السطح بل له
سريان مخصوص علي وضع مخصوص و الخط المرئي من
وراها يري اعظم مما هو عليه بكثير و يري تارة منتصبا و
تارة منكوسا فليكن لبيانه اولا الاعتبار بالضوء و هو ان
ناخذ كرة بلور نقيه صحيحة الكرية بالغظ في الجلا و
نضعها في مقابلة الشمس علي سطح مستو فيستضي مما
واجه الشمس منها نحو النصف و يكون النافذ من الجهة
الاخري اقل من النصف بكثير واقعا علي رقعة من السطح
و ضوءها اقوي من ضوء الشمس الواقع علي ذلك السطح
من خارج الكرة فاذا باعدناها قليلا قليلا صغرت رقعة
الضوء و اشد الضوء و زاد قوة / حتي يول الي الاحراق اذا
دام نحو ربع درجة / في مثل الاشيا السخيفة ثم بزيادة
المباعدة يتسع الموقع و ان نقطنا علي موقع الضوء في طرف
سطح الكرة المستنير نقطة كثيفة وجدنا ظلها في خلاف

S.65b/66a

O.73b/74a

تلك تلك الجهة علي المقاطرة من موقع الضوء علي السطح
المستوي و في كل هذه الحالات نري لها ظلا فيما عد الموقع
و يكون جرم الكرة مظلما و هو صاحب للظل خلا محل
وقوع الضوء و نفوذه و لو اعتبارنا ذلك بشعلة نارا صغر
من حجم البلورة و ادنيها من الكره لكان المستضي قليلا
و النافذ من الجهة الاخري اعظم قدرا من الاعتبار بالشمس
و يكون محل تصاغره ابعده مسافة من محل التصاغر بذلك
الاعتبار و ثانيا الاعتبار بحاسة البصر و هو ان نريها جدا الي
البصر فنري محلا واسعا وراها و ما يري منه يكون علي
وضعه و ترتيبه و نري ما حاذي جوابها مستورا محجوبا و
اذا باعدناها يسيرا فيسيرا وصلت الي حد الاشتباه فيما يري
من وراها و بزيادة المباعده نتضح تلك المرئيات و تري مع
ذلك منكوسه و يكون المرئي اعظم مما هو عليه في روية
الاستقامة في الحالة الاولي و بعد الاشتباه يكون تارة مساويا
و اصغر اخري مثاله في فصل ابجد الذي هو دايرة عظمي
علي سطح الكرة لتكن نقطة ه مضي خارج الكرة و
مركزها ر و نصل عمود روية ه رد، و نخرجه في جهة د
الي ح فشعاع ه ا ينعطف من ا الي جهة عمود ار و يمتد
علي علي الاستقامة الي الفصل و ليلقه علي ط ثم ينعطف
الي خلاف جهة عمود دط ر فيلقي عمود الروية و ليكن

فيما بين ح د علي ي و نخرجه تقدر ما الي ك و بمثله
 ينعطف شعاع ه ب من ب الي جهة عمود ب ر و ليستقيم
 الي ان يلاقي الفصل فيما بين ط د و ليكن علي ل ثم ينعطف



الي خلاف جهة عمود ل ر فيلاقي ي و لننفذه منها الي م
 و بثبات عمود الروية و دوران نصف الفصل الذي فيه اط
 الي النصف الذي يقاطره ترسم كل نقطة و كل نقطة و
 كل خط نظيرا له فت رسم نقطة ا نقطة ن / و نقطة ب نقطة
 س و كذا يرتسم بنقطة ط نقطة ع و بنقطة ل نقطة ف و
 ترتسم نظاير الخطوط و يكون نظير ك نقطة / ص و نظير
 م نقطة ف فالقوس الصغري التي وترها اط و كذا صغري

O.74a/74b

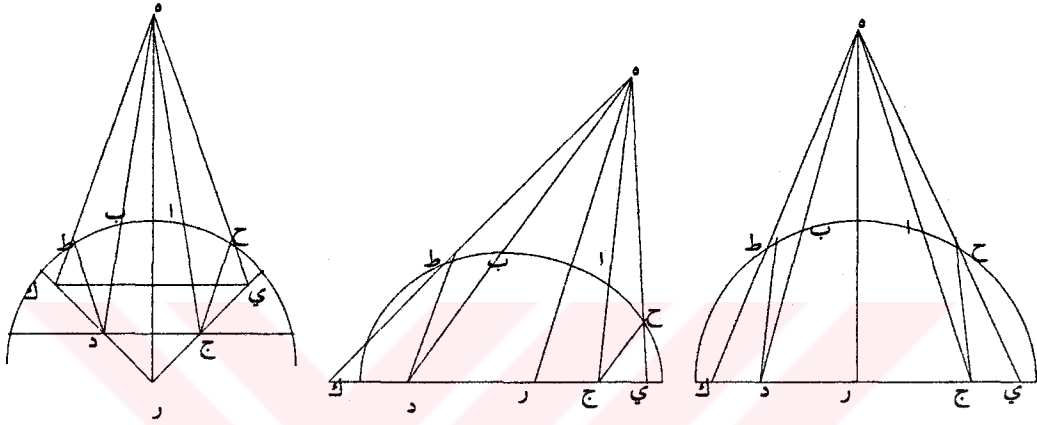
S.66a/66b

ن ع تكونان خاليتين عن الاضواء المنعطفه و المستقيمة
الواردة من ضوء ه ان كان خطا ه ا، ه ن مماسين للكرة و
بدوران مخروط ان ط ع الناقص تصير الكرة جوفاء مشتملة
علي جسمين حاوي محوي و الحاوي يكون في هذا الوضع
مظلما و له ظل و المحوي يكون مضيئا متزايد الضوء في
تضايقه فان كان المضي نقطة ي و في هذا الوضع لكان
الانعطاف علي هذا النمط لان خط دي اقصر من خط ج
ه بنسبة زوايا الانعطاف و لو كان المضي جرما محصورا بين
خطي ه ا، ه ن او بين ي ط، ي ع لم تتغير اوضاع
الخطوط المنعطفه و اجتماعها و نفرقتها بعد الاجتماع في
خلاف جهة المضي فليكن المرئي مقدارا معترضا بين ه ا، ه
ن و هو خط رش نقول فلا يري من نقطة ي اذا كان
مركز البصر عليها و يري مم بين ي د اعظم مما هو عليه و
علي وضعه لا منقلبا و لا متنكسا اما عدم الانقلاب / و
التنكس فلعدم اختلاف جهة اشعة الانعطاف بين البصر و
المبصر و اما رويته اعظم فليكن مركز البصر علي ث بين
ي د و نصل ث ا، ث ن، ث ر، ث ش الاربعة المحجورة
فزاوية رث ش التي هي زاوية الروية بالاستقامة اصغر من
زاوية ا ث ن و هذه الزاوية / اصغر من زاوية الروية
بالانعطاف و هي زاوية ط ث ع او حيث امكن

O.74b/75a

S.66b/67a

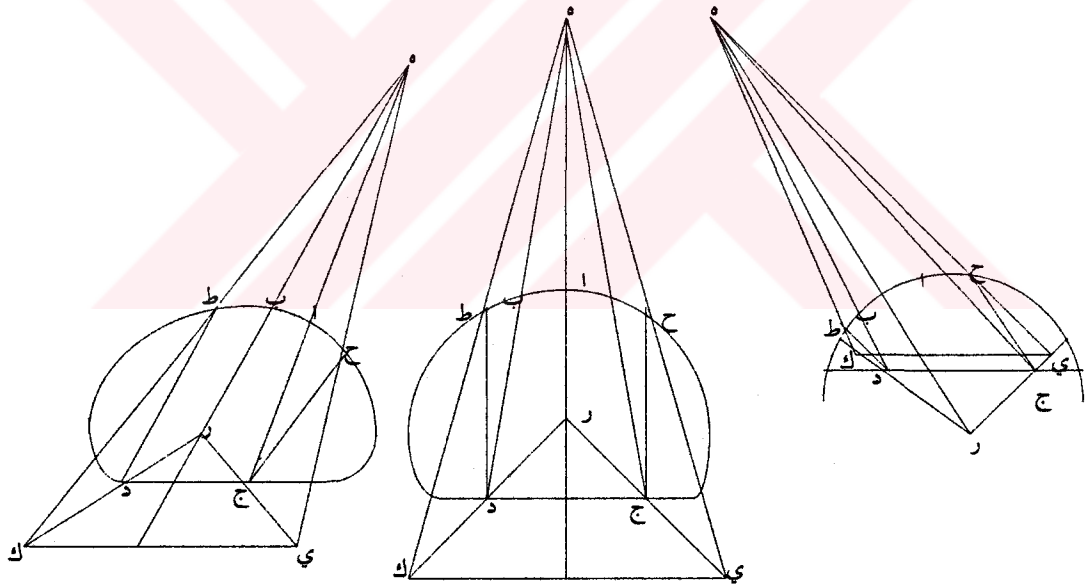
الانعطاف ورا زاوية اث ن لان هذا الانعطاف لا يكون الا
كذلك فرويته بالانعطاف اعظم كثيرا من رويته بالاستقامة
ولو كان البصر ورا نقطة ي لروي منكوسا لاختلاف
جهات الاشعة المنعطفة بعد الاجتماع و يري في غالب
الاحوال اعظم من رويته بالاستقامة و هو المطلوب*



و اما الكرة الناقصة و ليكن محدبها من جهة البصر و هي
اما ان تكون نصقا او انقضا و ازيد و القطع خط مستقيم
و بكل تقدير فاما ان يكون عمود الروية قائما علي سطح
قطعها او مايلا عنه فلنمثل لذلك سته امثله بعبارة واحدة
فنقول ليكن الفصل اب و الخط المرئي ج د و لتصوره
ملاصقا للقطع و مركز البصر ه و مركز الكرة ر و نصل .ه
ج، ه د باخطين المحجورين و ليقطعا للفصل علي اب
فقطتا ج د لا يجوز ان تريا من نقطتي اب و لا هما بينهما
لما مر مرارا / فلتريا هما وراهما فترى نقطة ج من ح و

S.67a/67b

نقطة د من ط ثم نصل ر ج ونخرجه في جهة ج و كذلك
 رد ونخرجه في جهة د و نصل خطي انعطاف ج ح، د ط
 ثم نصل ه ح و نخرجه الي ان يلقي خط ر ج علي ي و
 كذلك خط ه ط و نخرجه الي ان يلقي رد علي ك فنقطتنا
 ي ك خيالا نقطتي ج د و خط ي ك قطر الخال و لعروض
 الانحطاط و الارتفاع في الاعمدة بمقتضي الكرية يكون قطر
 الخيال تارة فوق المرئي و اخري منطبقا / عليه و اونه تحته
 O.75a/75b
 كما رايت في الاشكال فمرئي ج د يري بالانعطاف من
 زاوية ي ه ك اعظم من رويته بالاستامة من زاوية ج ه د و
 ذلك ما فرعناه*



و ان لم يكن خط ج د ملاصقا للقطع او كان القطع في
 جهة ه و المرئي في جهة ر كان هنالك انعطافان عجيبان

احدهما في ضمن الكرة بالنسبة الي العمود الذي هو من مركزها الي نقطة الانعطاف و الاخر بالنسبة الي عمود قايم علي السطح و يقع فيه تلاقي الاشعة و رويته القايم علي ما هو عليه و رويته منكوسا و اشتباه صورته و هذا باب واسع الدائرة و لا طائل في التطويل به و في هذا القدر كفاية* /

O.75b/76a

و ان كان مخالف الكرة الطف كلبنه بلور صافيه بجوفه تجويفا كروي المقعر فالخط المرئي من وراها يري بالانعطاف اصغر مما يري بالاستقامة بكثير و ليكن لبيان ذلك فصل اللبنة مربع اب ج د و مركز البصر ه و هذا الفصل يفصل الكره الي دائرة ور علي مركز ح و نفذ القطر في جهتيه الي ه ط و ليكن الخط المرئي ج د فضوء نقطة ي من الفصل / ثم ينعطف عنها الي خلاف جهة عمود ح ي حتي يقع من الفصل علي ك ثم تنعطف عنها الي جهة ما نفذ من عمود ح ك حتي ينتهي الي نقطة ه و يمثل ذلك يمتد ضوء د الي ل ثم ينعطف الي خلاف جهة عمود ح ل ثم يمتد الي م من الفصل فينعطف عنها الي جهة ما نفذ من العمود الي ه و نصل ه ي، ه ج، ه ل، ه د الخطوط الاربعة المهجورة و نقول زاوية ي ه ل اصغر من زاوية ج ه د التي هي زاوية روية ج د بالاستقامة و زاوية ك ه م التي هي

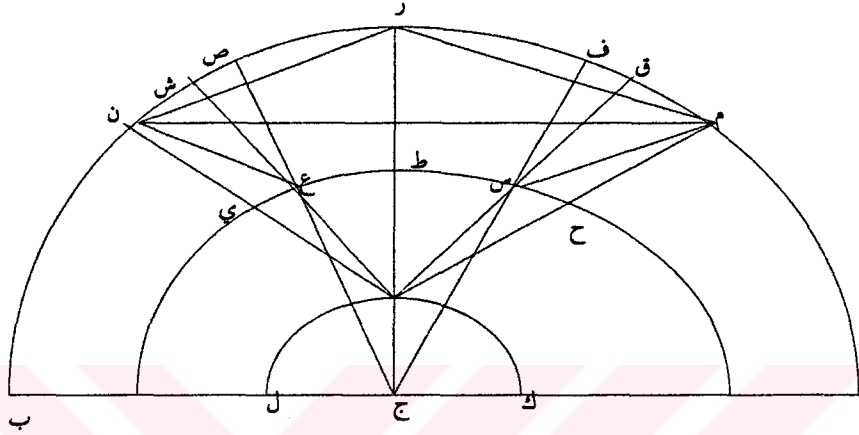
O.76a/76b

فصل في معرفه علل الاغاليط الواقعه في الابعاد و المقادير التي في الاجرام السماوية بزوايا الانعطاف*

صدر قد تقرر في الطبيعان الاجرام الفلكية السماوية لها
طبيعة خارجه عن طباع العناصر و مركباتها فهي طبيعة
خامسة و انها اللطف من ذلك كله و شفيفها ظاهر و
موادها بسيطه فهي في نهاية اللطف و الشفيف فمشفات
العناصر اغلظ منها فالضوء الذي يرد من مضي واقع في
ثحنها الي العالم ان كان الشعاع الذي يمتد منه علي قطر
فانه يكون امتداده علي الاستقامة في ذلك الثخن و في عالم
العناصر ايضا و عكسه كذلك اعني ان الشعاع الذي يمتد
من سطح الارض ان كان ممتدا علي قطر فانه لا يزل
مستقيما باستقامته اما الاشعة الممتدة من نيرات السماوات
علي غير سمت قطر فانها عند ملاقات سطح مقعر الفلك
الادني تنعطف الي جهة العمود الواقع / علي نقطة الملاقات
و العمود في مثل هذا لا يكون الاقطرا و انما عبروا بالعمود
تعميما للعبارة في السطوح الكرية المستقيمة فتكون جملة

S.68a/68b

الشعاع منعطفة في الالطف الي خلاف جهته و في الاغظ
الي جهة العمود و مقعر كرة النار علي ما قرره الجماهير
ليس سطحها متشخصا محدودا ليتصور هنالك انعطاف بل
الهوا لا يزال بتباعده متلطفنا الي ان يصل الي قرب مقعر



فلك القمر فيكن نارا هنالك و اذا كان الهوا / سالما عن
البخار الغليظ لا يكون هنالك انعطاف اذا تقرر ذلك
فلتقدم من مبادي الهيئة تعريف بعض النقاط و الدواير التي
لا بد من معرفتها فنقول الدائرة التي تقسم كرة السما الي
قطعتين ظاهرة و خفية ان قسمتها بقطعتين متساويتين في
نفس الامر مع قطع النظر عن ما يكون مريرا من القطعة
الخفية بعارض ما فان سطحها يمر بركز العالم و هي الافق
الحقيقي و اذا توهمنا علي هذا السطح من مركزه عمودا في
جهة النصف الطاهر فانه يلاقي جرم السما علي نقطة هي
سمت الراس و الدواير العظام التي تمر بسمت الراس تقوم

O.76b/77a

علي دائرة الافق و تسمى الواحدة منها سمتيه و تسمى دائرة ارتفاع ايضا باعتبارين و كل دائرة صغري يكون قطبها سمت الراس تسمى مقنطرة و جميع المقنطرات توازي الافق و اذا تقرر ذلك فليكن خط اب قطر الافق الحقيقي و ج مركز العالم و ه مركز البصر و سمت الراس ر و نصف دائرة ارب سمتيه سطحها ينصف الفلك و الارض بالفصل المشترك بين سطحها و مقعر السما ح ط ي، و بين ذلك السطح و سطح الارض ك ه ل و قوس م ر ن بل وتر م ن و هو وتر السمته مرئي فنصل ه م بالخط المهجور و ليقطع قوس ح ط علي و بمقتضاه فخط ه ن المهجور يقطع قوس ط ي و ليقطعه علي ي و بما تقرر من قواعد الانعطاف فنقطة م تري بالانعطاف مما بين ح ط و ليكن من نقطة س و نقطة ن تري مما بين ط ي و ليكن من نقطة ع و نصل نصف قطر ج ع و ننفذه فيقاطع قوس ر ن علي ص فخطا ج س ف، ج ع ص العمود ان ثم نصل ه س و نخرجه فيلاقي قوس م ر علي ق مشناه / و نصل ه ع و نخرجه فيلاقي قوس ر ن علي س و نقول صورة م تمتد علي الاستقامة في جرم السما الي س ثم تنعطف / الي جهة عمود ج ش في العالم الي نقطة ه لان مخالف اغلط من جرم الفلك فيكون انعطافها في جرم السما من نقطة س الي

S.68b/69a

O.77a/77b

خلاف جهة عمود س ف و كذلك الحال في خط انعطاف
 ن ع كل ذلك مع قطع النظر عن اختلاف شفيف العناصر
 فقوس م ر ن و وتر م ن يريان بالانعطاف من زاوية ق ه
 ش اصغر من برويتهما بالاستقامة من زاوية م ه ن و وتر م
 ن ايضا يري من زاوية ق ه ر اصغر مما يري به من زاوية م
 ه ن و ذلك ما طلبناه*

ثم لتكن القوس قطعة من مقنطرة نقول ايضا انها تري
 بالانعطاف اصغر من رويتها بالاستقامة فليكن لبيان ذلك
 اب نصف قطر من اقطار العالم و نقطة ا مركزه و ب سمت
 الراس و علي القطر نقطة ج مركز البصر و خط د ه وتر
 قطعة من مقنطرة فهو مواز للافق و ليمر بالنقطتين سمتينا
 ب ه، ب د علي محذب السما ففصلاهما في المقعر سمتينا
 رح، رط و نصل ج د، ج ه فقوس ب د مثل قوس ب ه و
 لتنعطف صورتا د ه الي ج من نقطتي ح ط فنصل د ح، ه
 ط ثم نصل ج ح و نخرجه الي ي من السمتية المخصوصة
 به و كذلك ج ط و ننفذه الي نقطة ك من سمتية و نصل
 عمود ا ح و ننفذه الي سمتية علي ل و عمود ا ط الي سمتيه
 ايضا علي م فلان صورة د تنعطف من ح الي ج في جهة
 العمود فزاوية رج ح اصغر من زاوية رج د و كذلك زاوية
 رج ط اصغر من زاوية رج ه فكل من قوسي رج، رط

O.77b/78a اصغر من ان تشابه كلا من قوسي / ب د، ب ه فارتفاع

كل من د ه المتساوي الارتفاعين اقل من ارتفاعي ح ط و ارتفاعهما ايضا متساويان و الانعطافيه التي عند ح لساوي

S.69a/69b الانعطافيه التي عند ط لتشابه وضعهما عند ج / فقوس ل د

تساوي قوس م ه فقوس ي د لساوي قوس ك ه فنصلي ك فيوازي ده و يكون اصغر منه و خطا ج ي، ج ك

متساويان لان نقطة ج كالمركز للسما فخط ي ك اصغر

من خط ده فزاوية ي ج ك اعني زاوية روية ده بالانعطاف

اصغر من زاوية دج ه اعني زاوية رويته بالاستقامة و ذلك

ما رمناه*

ثم لتكن القوس قطعة من دائرة سمتيه ليست نقطة سمت

الراس واقعة عليها فالقول ايضا انها تري بالانعطاف اصغر

مما تري بالاستقامة و ليكن لبيانه اب نصف قطر العالم و ا

مركزه و ب سمت الراس و ج محل مركز البصر و الوتر

المرئي ده من سمتيه ب د ه علي محذب السما ففصل

سطحها في المقعر سمتيه رح و نصل ج د الخط المهجور و

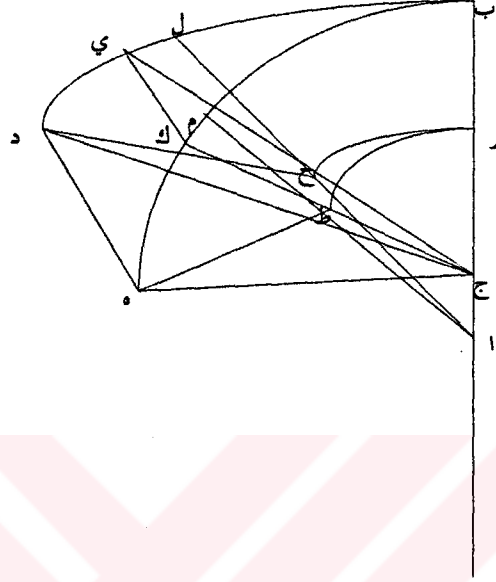
ليقطع فصل رح علي ر ثم مهجور ج ه و ليقطعه علي ح

و قد تقرر ان نقطة انعطاف د الي ج لا يكون من الفصل

بين رح لا عليهما بل بين نقطة ر و مقاطعة الفصل لنصف

قطر اب و ليكن علي ط و كذلك تقع نقطة الانعطاف

O.78a/78b
 لنقطة ه بين / رح و ليكن علي ي ثم نصل اط و ننفذه الي
 ك من السمتية ثم اي و ننفذه الي ل منها و نصل ج ط، ط
 د، ج ي، ي ه، و نقول لان انعطافيه ك ط د المقتضية

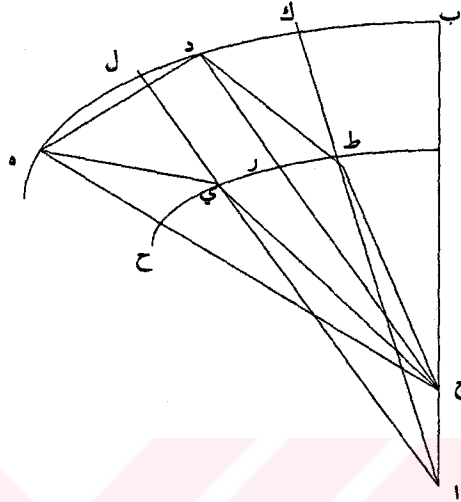


لزيادة في الروية اصغر من انعطافيه ل ي ه التي تقتضي
 نقصا فيها فلذلك يري بالانعطاف من زاوية ط ج ي
 اصغرهما يري بالاستقامة من زاوية د ج ه و ذلك ما
 اردناه/*

S.69b/70a

حاصل ما ثبت بهذه الاشكال انه اذا كان كل كوكب
 يري مستديرا فاقطاره متساوية و اذا كان كل من قطريه
 المنتصب و المعترض يري اصغرهما هو عليه في زوايا
 خطوط الاستقامة فجميع اقطاره كذلك فصور الكواكب
 و الابعاد التي بينها و مقاديرها تري اصغرهما هي عليه في

زوايا روية الاستقامة لو كان المشف واحدا فلا تري
 باعيانها و لا من مواضعها و لا تري مقاديرها علي ما هي
 عليه خلا ما كان علي نقطة سمت الراس من مرئي صغير



الحجم جدا فان الانعطاف لا يؤثر في روية طرفيه تأثيرا
 يحس به فان قل الكواكب يري عند الافق اعظم مما يري به
 في جو السما قلت غلظ كرة البخار يوجب ذلك فيكيف و
 محدها قريب من الافق و لنصف قطر الارض الي نصف
 قطرها قدر محسوس يقتضي زيادة من الانعطاف عما
 تقتضيه مخض الغلظ و ليكن لمثال ذلك قوس اب فصل علي
 كرة الارض و مركز العالم ج و فصل مقعر الفلك هـ ر
 فنصل هـ ج و ليكن قطعة من قطر الافق الحقيقي و
 الكواكب ح ط و هو قريب من الافق و فصل / كرة
 البخار ي ك و فصل اح الخط المهجور بماس الكواكب

O.78b/79a

علي ح و يقطع كرة البخار علي ل و كذا مهجور اط و
يقطعها علي م و نقول ان الضوء الذي يريد من نقطة ح و
يمكن انعطافه الي ا لا ينعطف مما بين ل ي و لا يصل الي
الاستقامة الي مقعر الفلك القمر لغلظ كرة البخار فلينعطف
عند نقطة ك و لنخرج عمود ج ي شاهد الصحة
الانعطاف و كذلك الضوء الوارد الي ا من ط ينعطف عند
ي يشاهد عمود ج ي و نصل ح ك، ك ا، ط ي، ي ا
فزاوية ك ا ي التي هي زاوية ل ا م لان ما تزيده زاوية
زاوية ك ا ل في زاوية روية الاستقامة اعظمها تنقصه
زاوية ي ا م منها فان قوس ل ك و ماوراك عند جرم ح
ط اعظم ميلا من قوس ي م و مما ورا نقطة م ايضا عنده
كما لا يخفي مما تقدم من قواعد الانعطاف و كرة البخار
جسم مركب من غبار و دخان و ما متلطف و سطحها
محدود و ان لم يكن كرة حقيقية فلا يرد انها هوا يتلطف
مرتبة بعد مرتبة الي ان يصير نار فلا يحصل فيه انعطاف
كما قد مناه / فان دلالة المشاهدة قاضيه بصدور ذلك حال
كون الافق غليظ الابخره عند روية الجرم عظيما و قواعد
الانعطاف المشفوعة بالاعتبارات الصحيحة و البراهين
الحسابيه شاهدة له و الله اعلم*

S.70a/70b

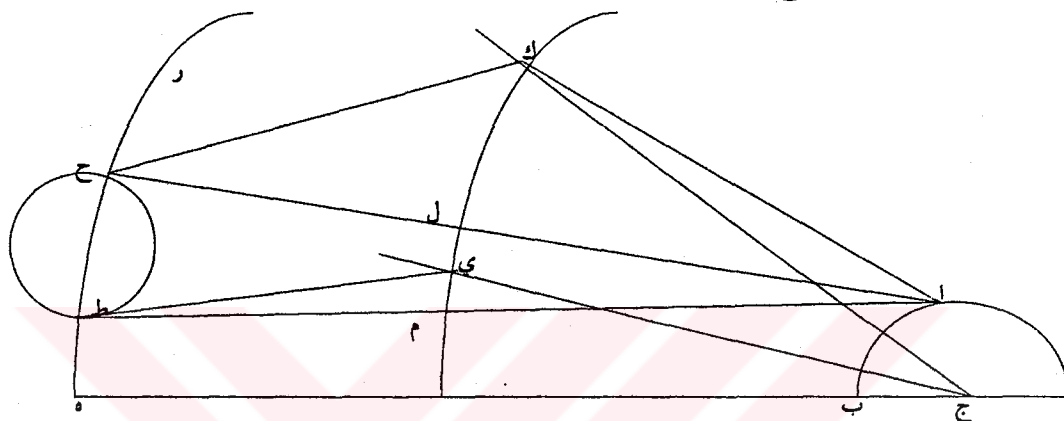
خاتمة الفصل بل قص خاتمه قد قرر المعلم الفاضل

بطلميوس في المجسطي انه رصد القمر و هو بالقرب من

راس الجدي و علي دائرة / نصف النهار و هي في O.79a/79b

اصطلاحنا سمتيه و كان ذلك باسكندرية حيث العرض ل

نح و الرصد بذات الشعبتين فوجد بعده من سمت الراس



ناله و هو وتر قطعة من السمتيه قوسه ن نه ثم استخرجه

بالحساب من ميل الجز و الذي هو تقويم القمر و عرضه

مع ملاحظة جهتي العرض و الميل فكان مط مح فالفضل

بينهما ار و هو جزو واحد و سبع دقائق و جزم بان ذلك

اختلاف منظر القمر و انه بحسب ما اقتضاه نصف قطر

الارض لان له بالنسبة الي نصف قطر فلك القمر في اي

بعد فرض فيه قدرا محسوسا يشهد تصويره الشكل الهندسي

و اقامة البرهان به علي ذلك الاسلوب و لم يعول علي امر

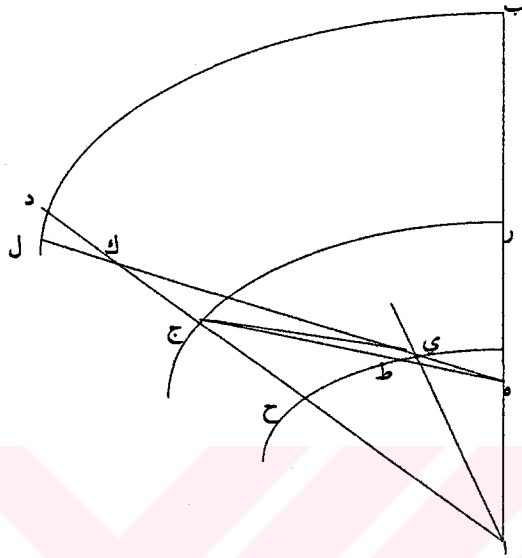
الانعطاف و هو عجيب ثم جعل هذا القدر اصلا و حسب

عليه اختلاف مناظره في بقية ابعاده و لما من الله سبحانه و
تعالى بتحرير هذه الرسالة اجبنا ان نتكلم علي هذه الجملة
علي طريق المناظر باصول الانعطاف فنقول ان هذه الزاوية
التي اقام البرهان بتصويرها فليكن لبيان ذلك اب نصف
قطر العالم فالمرکز ا و سمت الراس ب و موضع القمر ج و
السمتية التي تتوهم علي فلك الاعظم ب د و موضع البصر ه
و فصل الانعطاف في مقعر السما رح فنصل اج فيقطع
الفصل و ليكن قطعة علي ح و ننفذه في جهة ج فيقطع
السمتية و ليكن ذلك علي د ثم نصل ج ه و هو الخط
المهجور فليقي الفصل علي ط و نقول ان ضوء ج اذا امتد
علي استقامة ج ط فانه ينعطف الي ما بين اه و لا بتصور
وصوله الي ه الا من نقطة غير ط و هي لا يكون في جهة
ح و الالكان جرم السما اغلظ فهي فيما بين رط علي ي
و نصل عمود اي و ننفذه مقدارا ما ليكون برهانا علي /
جهة الانعطاف ثم نصل ي ج بخط الانعطاف في الالطف
و ه ي اعني خط الانعطاف / الاغلظ و ننفذه في جهة ي
فيقاطع نصف قطر اد فيما بين ج د علي ك ثم يلقي سمتية
ب د بعد المقاطعة علي ل فلكون قوس رح اعظم من قوس
ري فقوس ب ل الكاينه ورا المقاطعة من السمتية و هو
موضعه الحقيقي من تلك السمتية الثابت بالحساب و

S.70b/71a

O.79b/80a

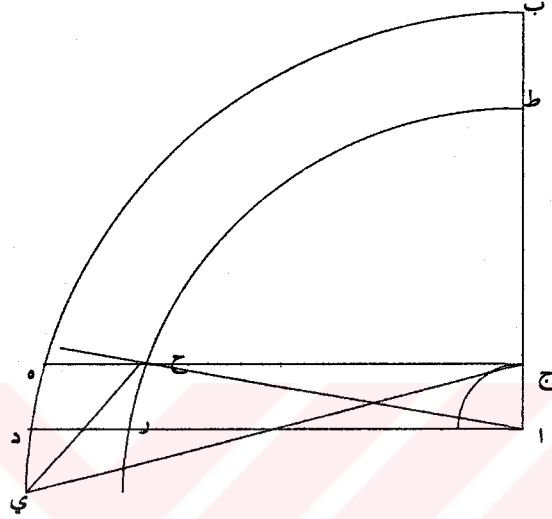
مقداره مطمح ولا يخفي ان نقطة ك خيال القمر التي يري
منها كانه علي استقامة خط ه ك فزاوية اختلاف المدركه
بالرصد لمنظر ه زاوية ه ك الا زاوية ه ج ا و الثانية اعظم



من الاولي فما يبني علي ان الزاوية ه ج ا من الاصول
المحسوبة غير جيد و ذلك ما نقحناه* و قد قرر ايضا في
المقالة الخامسة في المناظر ان شعاع البصر اذا انتهى الي مقعر
الاثير ينعطف و يكون انعطافه الي خلاف الجهة التي فيها
القسم الا علي من الفلك و يكون انحطاطه عن الافق
الحقيقي دقيقتان و ثلاث عشرة ثانيه و انما عبر بشعاع
البصر نظرا الي مذهب التعليميين و ليس في محصل المذهبين
تفاوت الاعتبارا و نحن نقرر في الاختلاف بين الاقين ان
الكوكب المخط عن الافق الحقيقي يري بالاعنطاف بما

O.80a/80b
 تقدم من ان نقطة الانعطاف تكون اقرب الي سمت / الراس
 من النقطة التي يرد منها الضوء الي بصر الرائي فيكون الافق
 المرئي ابعد عن سمت الراس من الحقيقي و يفصل / كرة
 S.71a/71b
 السما الي قسمين اعظمهما الذي يلي جهة الرائي و ليكن
 لبيان ذلك اب نصف قطر العالم و ج مركز بصر يماس كرة
 الارض و نقطة ب سمت الراس و اد خط مستقيم يقوم
 علي اب و قوس ب د سمتية متوهيمة في فلك الشمس و لما
 كان اج قائما علي اد فالخط الذي يماس نقطة ج لا يكون
 الا موازيا الخط الخط اد وليكن هذا الموازي خط ج ه
 فثبات وضعه علي مماسة ج و جواران نقطة ه يرسم دائرة
 صغري تفصل كرة السما الي قسمين اصغرها ما يلي سمت
 الراس في الحقيقة لا عند الحس و لنسمه الافق الحسي و هو
 مبدا الارتفاعات بالالات الرصدية لا سبيل الي مبداء غيره
 فيها و لما لم يكن لنصف قطر الارض نسبة الي نصف قطر
 فلك الشمس يمكن الاحساس بها فضلا عن ان يكون له
 الي نصف قطر الفلك الاعظم تلك النسبة كانت قوس ه د
 هنالك كنقطة في الحس و كان قوسا ب ه، ب د عند
 الحس سواء و ليكن فصل هذه سمتية من مقعر السما
 قاطعا اد علي ر و ج ه علي ح و اب علي ط و لما كان
 خطا ج ه، اد عند فلك الشمس كخط واحد كانت نقطة

د من المضي يرد شعاعها الي ج من نقطة انعطاف بين ح ط
 فالنقطة المضئية التي تكون نقطة انعطافها تكون اكثر
 انحطاطا من نقطة د و التكن تلك النقطة علي محل ليس
 بعده في انحطاطها الا الخفاء و هو نقطة ي من السميتة



فنصل خط ي ح الذي هو خط الانعطاف و نصل عمود
 اح و ننفذه مقدارا ما شاهد الجهة الانعطاف و نقول ان
 ضوء نقطة ي يرد علي استقامة ي ح ثم ينعطف الي ج
 علي استقامة ح ج فنصل ج ي و نقول بثبات نقطة ج و
 دوران ي لمحافة زاوية ي ج ه علي قدر / واحد ترسم
 نقطة ي دايرة تقسم كرة السما بقسمين متفاوتين
 اعظمهما ما يلي نقطة سمت الراس و لنسم / هذه الدايرة
 الافق المرئي و هذه الامور كلها من اغلاط العظم فان
 ادراك البصر لا يقتضي بتفاوت هذه المقادير و لا تدرك الا

O.80b/81a

S.71b/72a

بالنظر و الاستدلال بالآلات الرصد المحررة او القواعد الهندسية و لنا في هذا المعنى رسائل محرره نافعه موضوعها هذا المعنى المتعلق بالآوقات و الساعات و اكتفينا ههنا بما لا بد منه في هذا الفن فلنعد الي بيان بقية الاعلاط و نقول في مقالتي التفرق و الاتصال لما كان الانعطاف موديا الي ضعف الضوء و اللون كان الغلظ فيما بالاولي من روية الاستقامة الا ما كان الادراك فيه كاملا بالعرض كما مر في المقدمة و ما تقدم من المثال في روية الاستقامة كاف في مقالة العدد اذا جعلنا بلورة متوازية السطحين مستويتهما معترضه السطح بيننا و بين شعلة شمعة فاننا نري فيها شعلتين احديهما منتصبه و الاخرى منكوسه اما روية التعدد فلان للبلورة سطحان فينعكس عن السطح الواحد الصورة من ظاهرة بصورة و من السطح الاخر الذي يري من الباطن صورة اخري و لما تقدم في مقولة الوضع تكون الصورة الآتية من السطح الباطن مقلوبه كان خط اب لصق بسطح ج د هنالك و ورد منه بالانعطاف فقط و نقطع النظر عن الانعكاس او نلاحظه و هذا انعطاف من ضوء انعكاس و هذا التعدد / يكون بروية بصر واحد و ليس من زوال الحدقة بشئ و كذلك البلورة المضلعة تري الواحدة عدة عديدة و قد يكون السطح علي صورة تقتضي

O.81a/81b

اختلاف الانعطاف لكل من مقلتي شخص واحد المرئي
واحد عند الحس مع عدم زوال الحدقة فيري الواحد اثنين و
بحسب ما تقدم من روية الواحد اثنين بمقلة واحدة يري
ههنا الواحد اربعة بالمقلتين و في بقية المقالات مهما فرض
في روية الاستقامة من الاغلاط فههنا يزداد بالذات و قد
يتضح بالعرض و في هذا الاتضاح يقع الغلط لانه مهما
ثبت في واحدة من المعاني وضوح فانه يكون برويته اغلظ
مما هو عليه و من ههنا استقام لنا ان نعمل بلورة نري بها
الاشياء التي تختفي / من البعد كادق الاهلسة و قلعوع S.72a/72b
المراكب الكاينة في ابعاد مشرفة و لا يدركها الطرف باحد
الابصار كالتى عملها حكما اليونان و وضعوها في منارة
الاسكندرية و ان من الله تعالى بفسحة في العمر الفت
رسالة عملها و طريقة الابصار بها ان شا الله تعالى*
و اما خروج بقية العلل فيقتضي في المخالفات المستقيمة
السطوح ما مر في اغلاط انعكاس المراة المسطحة و اما
اشكال المشفات فكثير و ينشا عنها اعاجيب غير واحدة
فلا نطيل بذكرها و الله وليالتفيق و به الهداية الي سواء
الطريق*

قرر ذلك بيانه موسوده بينانه و برهن عليه بتبيانه ثم قابله
ببصره و لسانه حسب او هير الحق سبحانه من الضبط

بامتنانه براحي رحمد الملك الروف تقي الدين محمد زين
المله و الدين حاتمة المحققين معروف بن الشيخ شهاب الدين
احمد بن محمد ابن محمد بن احمد بن يوسف بن احمد بن
الامير ناصرالدين منكوبرس بن الامير ناصح الدين
خمارتكين الاسد العرين و امير المجاهدين رضي الله تعالى
عنهم اجمعين سنة اوائل 982*





SÖZLÜK

A

Ağ tabaka- طبقة الشبكية - Retina;

Gözün üçüncü tabakasıdır. Çok ince saydam bir tabaka olan ağ tabaka, duyarlı bir tabakadır. Bunun arka bölümünde bulunan ortası çukur, beyazımsı küçük kabarcık (görme sinir diski), görme sinirinin girdiği yerdir ve kör nokta olarak adlandırılır. Kör noktanın biraz ötesinde sarı benek (nokta) yer alır. Burası da dıştan gelen görüntülerin en iyi biçimlendiği görme bölgesidir.

Aktüel- بالفعل - Actual;

Kuvveden fiile çıkarmak. İş olarak, gerçekten. Düşünce halinden çıkıp iş haline geçmiş olan.

Albugineous humour;

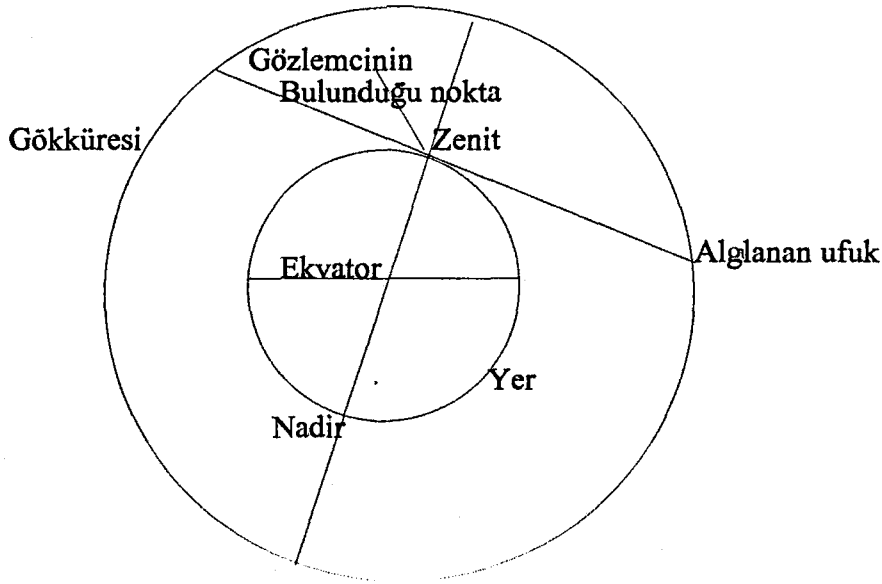
Bkz. Aqueous sıvı.

Algı- ادراك - Perception;

Dış dünyanın duyuşsal etkilenmelerinin bilinçte uyardığı izlenimler.

Algılanan ufuk- افق الحسي;

Gözlemcinin bulunduğu noktadan yer yüzeyine tanjant olarak geçen ufuk düzleminin gökküresi ile arakesiti.



An- ان - Moment;

Küçük ya da çok küçük süre.

Ankebutiye tabakası- طبقة العنكبوتية - Arachnoid;

Aqueous sıvı- الرطوبة البيضوية - Yumurtamsı sıvı;

Ön oda sıvısı.

Aracısız görme- رؤية الاستقامة -Direct vision;

Göz ve nesnenin aynı düzlemde bulunduğu ve aralarında her hangi bir engelin bulunmadığı durumda oluşan görme.

Arche;

İlk ana madde, temel varlık.

Arketip ışık;

Asıl ışık, duyuyla algılanamayan ışık. Örneğin, Grosseteste'ye göre Tanrı.

Arşın;

Yaklaşık 68 cm'ye eşit uzunluk ölçüsü.

Aydınlanma- اشراق - Illumination;

Bir ışık kaynağından yayılan ışık akısının üzerine düştüğü nesneyi aydınlatması.

Aydınlanma yeğnliği- radiant density;

1 cm² lik bir yüzeye düşen ışık akısı miktarı.

Azimet- سمت -Azimuth;

Ufuk düzleminde bir yıldızın güney doğrultusuna göre açılal uzaklığı.

B

Bakiye açısı- زاوية البقية - Angle of refraction;

İslâm Dünyası'nda kırılma açısı yerine kullanılan terim. Bu kavram çeviri yoluyla batıya da geçmiş ve 17. yüzyıla kadar bu anlamıyla kullanılmıştır.

Beydiye sıvısı;

Bkz. Yumurtaımsı sıvı.

Bilkuvve- بالقوه -Potential;

Düşünce halinde olan, tasavvuri olan.

Birincil ışık- الضوء الاول -Primary light;

Kendisi ışık kaynağı olan nesnelerin yaydığı ışık. Örneğin Güneş ışığı.

Bu'd el-mutedil- بعد المعتدل - Moderate;

Ortalama uzaklık. Aşırı olmayan uzaklık. Göz ile nesne arasında, ideal koşullarda, gözün o nesneyi net olarak algılayabilmesi için gerekli olan uzaklık.

Bu'd el-müsrif- بعد المسرف - İmmoderate;

Aşırı uzaklık. Ortalama olmayan uzaklık.

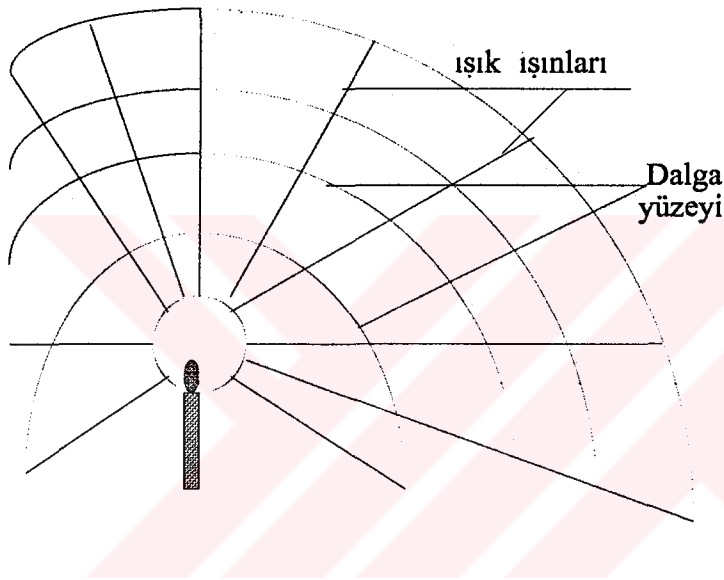
D

Dağınık yansımada- Irregular reflection;

Düzgün olmayan yüzeylerdeki yansımada.

Dalga sınırı- yüzeyi - wave front;

Dalganın yayıldığı ortam içinde, aynı evrede salınan parçacıkların oluşturduğu yüzey.



Damar tabaka- طبقة المشمية - Choroid;

Gözün ikinci tabakasıdır. Çok sayıda damarın yer aldığı bir bağ dokudan oluşmuştur. İki yüzündeki boyalı hücre örtüsüyle, göz yuvasını tam bir karanlık odaya çevirir.

Dışbükey ayna;

Bkz. Tümsek ayna.

Dioptrics- روية الانعطاف;

Işığın farklı ortamlar içerisinde yayılırken uğradığı değişimleri inceleyen disiplin.

Direct vision;

Bkz. Aracısız görme.

Doğrusal yayılım- اشراق المستقيم - Rectilinear propagation;

Işığın tek bir ortam içerisinde, herhangi bir kesintiye uğramaksızın bir doğru boyunca yol alması.

E**En az zaman ilkesi;**

Bkz. Fermat ilkesi.

Esir;

Bkz. Eter.

Eter- اثير -Aether;

Evreni doldurduğu ve bütün nesnelere nüfûz ettiği, ışık, hareket ve elektrik gibi oluşumları ilettiği, taşıdığı varsayılan, ağırlıksız, esnek ve seyreltik nesne.

Extramission;

Bkz. Gözışın.

F**Fermat ilkesi- Fermat's principle of least time;**

Bir ışık ışınının ya da herhangi bir dalganın, herhangi iki nokta arasında alabileceği yollardan en kısa olanı yeğlediğini belirten ilke.

Fersah- فرسخ ;

Yaklaşık beş km.lik bir uzaklık ölçüsü. Gerçekte çok değişik uzaklıklara karşılık gelen bir ölçümdür.

Fotometri;

Bkz. Işıl ölçüm.

G

Gece körlüğü- العشى -

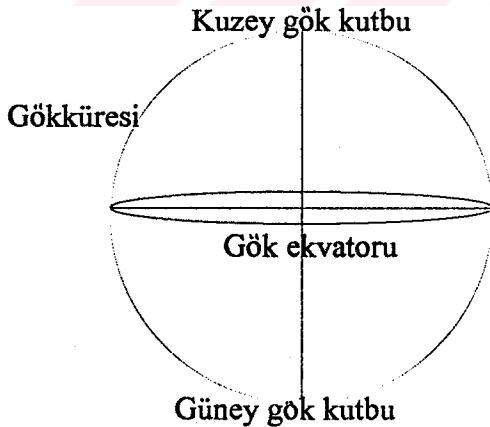
Bir hastalık değil hastalık belirtisidir. Gözün saydam kısımlarındaki bazı bozukluklarda, ağ tabaka iltihaplarında ve ağ tabakanın yapışıklık hallerinde görülür. Doğuştan veya sonradan olabilen gece körlüğü, genel bir hastalık (mikroplu sarılık, şeker hastalığı, A vitaminsizliği v.b.) sonucunda da ortaya çıkabilir.

Glacial humor;

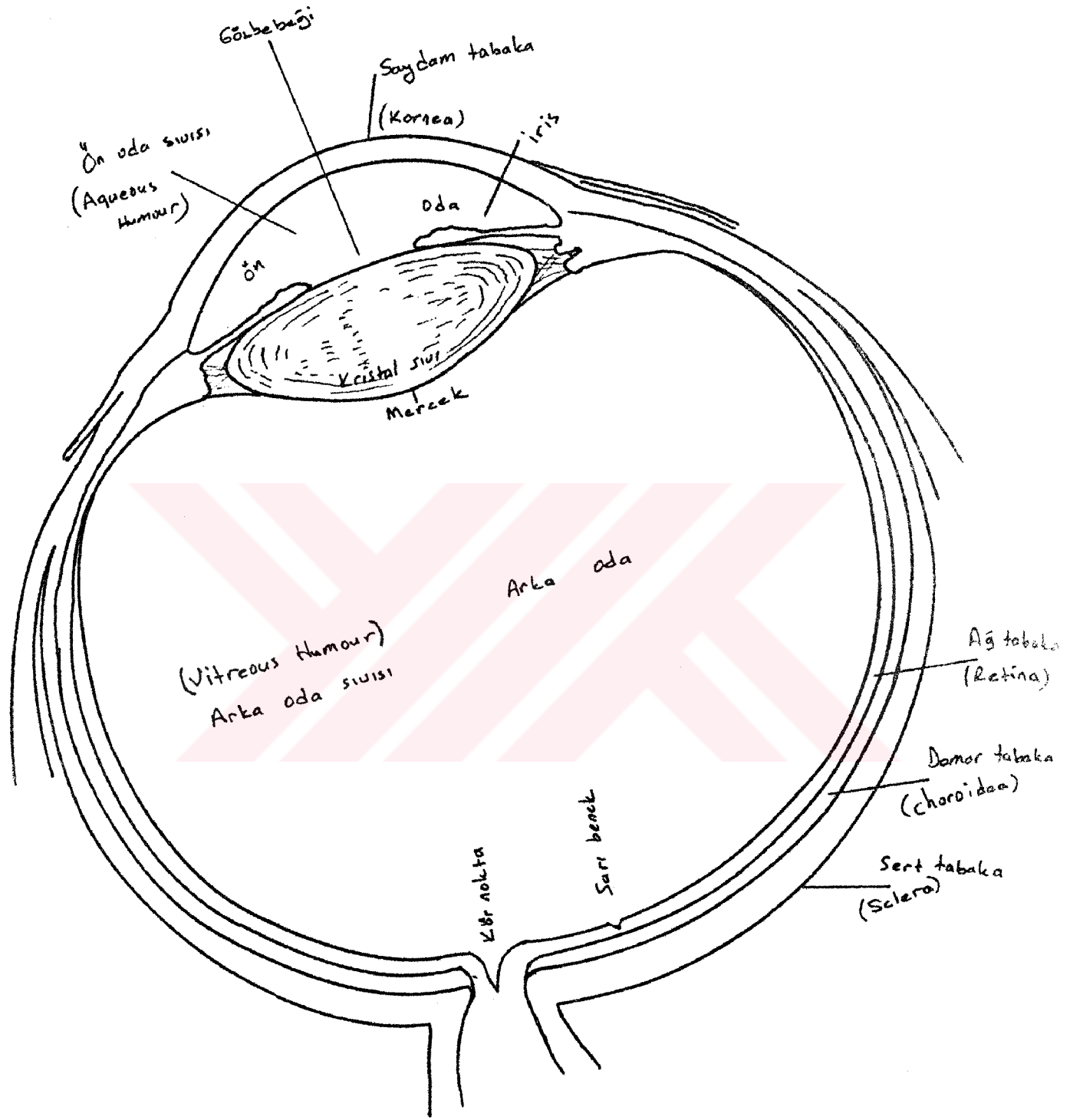
Bkz. Göz merceği.

Göksel kutup- قطب السماء- Celestial pole;

Gök ekseninin gökküresini deldiği iki noktadan her biri.



Görme konisi- مخروط الابصار - Visual coni;



Görme anında göz ve görsel nesne arasında oluşan koni.

Görme sınırı;

Bkz. Optik sınır.

Görünen ufuk- افق المري;

Gözlemcinin gözünden çıkan ışın hatlarının yer yüzeyi ile temas ettiği noktalardan geçip düşey hatta dikey bulunan varsayımsal düzlemin gökküresi ile arakesiti. Zahirî ufuk da denir.

Göz- العين - eye;

Yapı itibariyle iki ana kısma ayrılır. I. Göz yuvarı; II. Yardımcı organlar.

I. Göz yuvarı. Göz, karanlık bir odaya benzetilebilir. Biçimi, önden arkaya doğru bir eksene göre bakışimli küre şeklindedir. Dış kısmı telsel dokudan oluşmuş bir kabuk şeklindedir. Buna *sert tabaka* denir. Bu tabakanın iç yüzü *damar tabaka* denilen koyu renkli ince bir zarla kaplıdır. Damar tabakanın ön tarafında iki ayrı organ vardır. Bunlardan birisi saydam tabaka boyunca çepe çevre dolanan *kirpiksi cisim kası*, diğeri de daha içeride olan *kirpiksi cismin kendisi*dir. Gözün ön tarafında, sert tabaka üzerinde yuvarlak bir açıklık vardır. Bu açıklığın üzerinde, sert tabakadan biraz kabarık duran *saydam tabaka* bulunur. Gözün duyarlı kısmına *ağ tabaka* denir. Ağ tabaka görme sinirinin uç kısımlarında olur. Görme sinirinin girdiği yere *kör nokta* denir. Kör nokta göz yuvarının arka kutbunun iç tarafında ve biraz aşağıda bulunur. Ağ tabaka ile sert tabakanın bittiği yerde bulunan ve *iris* adı verilen bir organ göze diyafram görevi görür. İris ortası delik opak bir zardır. *Göz bebeği* denilen bu delik büyüyüp küçülebilir. Gözün bu ön kısmı önden arkaya doğru ard arda bir sıra saydam bölmelerden oluşur. Bunlar: a. *saydam tabaka*; b. *ön odayı dolduran saydam sıvı* (ön oda iris ile saydam tabaka arasında bulunur); c. *göz merceği*; d. *camsı cisim*.

II. Gözün yardımcı organları. Göz yuvarı tenon kapsülü denilen telsel bir bağla arkaya bağlı ön tarafı ise göz sümüksü zarı ile (konjonktive) kaplıdır. Aynı zar göz kapaklarının iç yüzünü de örter. Merkezi etrafında hareket edebilen göz yuvarını altı tane kas hareket ettirir: Üst doğru kas, iç doğru kas, alt doğru kas, dış doğru kas, küçük eğri kas ve büyük eğri kas. Bunlar 3., 4. ve 6. çift kafa sinirlerine bağlıdır. Bunlardan başka göz çukurunun içinde, göz yuvarının üst tarafında gözyaşı bezleri bulunur. Bunların çıkardığı gözyaşı göz sümüksel zarını kaygan tutmağa yarar.

Gözakı tabakası;

Bkz. Sert tabaka.

Gözbebeği- العينية- Iris;

Ağ tabaka ile sert tabakanın bitiştigi yerde bulunan bu organ göze diyafram görevi görür. Irisin ortası deliktir. Bu deliğe gözbebeği girişi denir.

Gözışın- الضوء البصر- Extramission;

Gözden çıktığı varsayılan ışın.

Gözışın kuramı;

Görmeye neden olan ışının gözden çıktığını varsayan kuram.

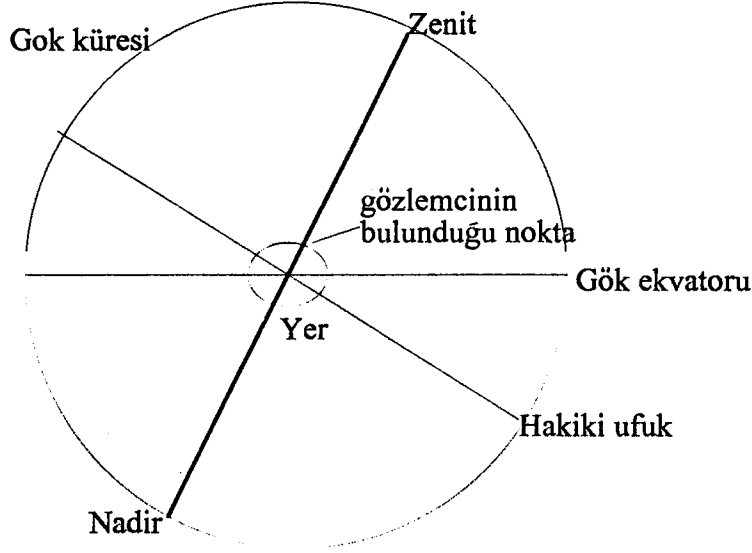
Göz merceği- الرطوبة الجليدية - Crystallin humour;

Irisin arkasında yer alan ve incelik kalılaşabilen bir tabakadır. Bu tabaka ışığı, ışığa duyarlı alıcıların bulunduğu ağ tabakaya odaklaştırır.

H

Hakiki ufuk- افق الحقيقي;

Yer'in merkezinden geçip gökküresini iki eşit yarıma bölen ve gözlemcinin bulunduğu noktadan geçen dikey düzlem.

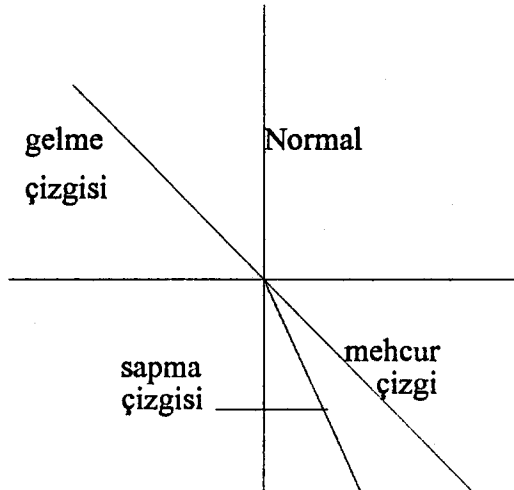


Hat el-initaaf- خط الانعطاف -Kırılma çizgisi;

Bulunduğu ortamdan daha farklı yoğunluğu bulunan başka bir ortama giren ışık ışınlarının izlediği yol. Kırılan ışın çizgisi.

Hat el-mehcur- خط المحجر - Sapma çizgisi;

Farklı yoğunluklu ortama giren ışığın, kırılma olmasaydı izleyeceği yol. Gelen ışığın ikinci ortamdaki doğrultusu.



Işık hızını ölçme denemeleri belki çok eski dönemlere kadar gitmektedir. Ancak bu konudaki ilk belgelenmiş çalışma Galileo'ya aittir. Galileo bir lamba, ayna ve kepenk kullanarak ışığın hızı konusunda niceliksel bir değer elde edememiş, ancak eğer ansal değilse olağanüstü hızlı olmalıdır sonucuna ulaşmıştı. Bu konudaki asıl kaydadeğer çalışma Roemer'indir. Roemer Jüpiter'in aylarından birini gözlemleyerek, ilk niceliksel değeri, 200.000 km/s. olarak elde etti. Daha sonra Bradley bu değeri 304.000 km/s. olarak hesapladı. Buna karşılık Fizeau ise c'nin 313.000 km/s. olduğunu buldu. c'nin günümüzdeki değerine asıl yaklaşan ise Michelson oldu. O bu değerini 299.796 +/- 4 km/s. Çok yakın bir tarihte (1972) ise c'nin dakik değeri, lazer çatışma ölçeğiyle 299.792.4562 +/- 0.0011 km/s. olarak bulundu. Işık hızıyla ilgili çalışmaların kısa bir tarihçesi şöyledir:

<u>Tarih</u>	<u>Deneyci</u>	<u>Ülke</u>	<u>Yöntem</u>	<u>km/s</u>	<u>kesinsizlik</u>
1600	Galileo	İtalya	Lamba ve kepenk	olağanüstü	
1675	Roemer	İngiltere	Uyduyu gözleyerek	200.000	
1729	Bradley	İngiltere	Işık sapıncı	304.000	
1849	Fizeau	Fransa	Dişli tekerlek	313.300	
1862	Foucault	Fransa	Dönen ayna	298.000	500
1876	Cornu	Fransa	Dişli tekerlek	299.990	200
1880	Michelson	ABD	Dönen ayna	299.910	50
1883	Newcomb	İngiltere	Dönen ayna	299.860	30
1883	Michelson	ABD	Dönen ayna	299.853	60
1906	Rose, Dorsey	ABD	Elektromagnetik	299.781	10
1926	Michelson	ABD	Dönen ayna	299.796	4
1950	Bergstrand	İsveç	Geodimetre	299.792.7	0.25
1957	Bergstrand	İsveç	Geodimetre	299.792.85	0.16
1958	Froome	İngiltere	Mikrodalga	299.792.50	0.10
1967	Grosse	B. Almanya	Geodimetre	299.792.5	0.05
1967	Simkin, Lukin Sikora, Strelenski	Rusya	Mikrodalga çatışma ölçeği	299.792.56	0.11
1972	Evenson, Wells Peterson, Day, Hall				

Işık yeğnliği;

Bkz. Aydınlanma yeğnliği.

Işıl ölçüm- Photometry;

Işık kaynaklarının yeğnliklerini karşılaştırmağa yarayan ilke ve yöntemleri inceleyen optik dalı. Elverişli aydınlatma koşulları sağlamak için ışık yeğnliği ölçümü.

Işın- الشعاع - Ray;

Işık ya da ısı enerjisinin yayılım doğrultusunu gösteren çizgi.

Işınım- الاشراق - Radiation;

Bir kaynaktan, dalga ya da parçacık biçiminde uzaya yayılan enerji.

İ**İkincil ışık- الضوء الثاني- Secondary light;**

Yansıtıcı yüzeylerden yansıyan ışık.

İlineksel ışık- الضوء العرضي- Accidental light;

Kendisi ışık kaynağı olmayan nesnelerin yaydığı ışık.

İnebiye;

Bkz. Gözbebeği.

Iris;

Bkz. Göz bebeği.

İşâ;

Bkz. Gece körlüğü.

K

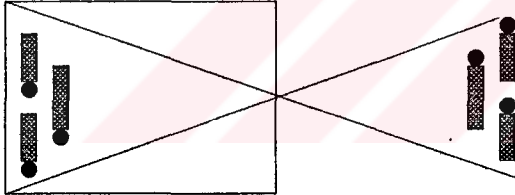
Kalb el-akrep- قلب الاقرب -Antares;

Akrep'in α yıldızı. α scorpion.

Karanlık oda- بيت المظلم - camera obscura;

Karanlık oda belirli uzaklıktaki bir ekran üzerine görüntüsü düşürülecek cisimlerin yaydığı ışınları alan ve bir merceklerle donatılmış küçük bir delik dışında her yanı kapalı olan kutuya verilen addır.

Karanlık bir odanın bir duvarında küçük bir delik açılırsa, dışardaki nesnelerin görüntüleri karşı duvar üzerine düşer. Karanlık odayla ilgili ilk çalışmaları İbn el-Heysem gerçekleştirmiş olmakla birlikte, bu konudaki asıl önemli çıkışı Kemâlüddîn el-Fârîsî yapmıştır. Batıda ise bu konuda Roger Bacon ilk çalışan kimsedir. Karanlık odada delik küçüldükçe görüntü daha net fakat daha az ışıklı olur. 16. yüzyılda ise delik daha genişletilerek yakınsak bir mercek takılmıştır. Böylece daha net ve daha ışıklı görüntüler elde edilebilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda fotoğraf makinası elde edilmiştir.



Karniye tabakası;

Bkz. Saydam tabaka.

Kendinden ışıklı nesne- المضي - Luminous matter;

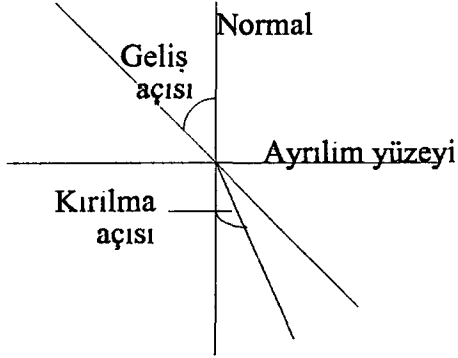
Kendisi ışık kaynağı olan nesne.

Kırılma- الانعطاف - Refraction;

Işığın farklı yoğunluklu ortamlarda ilerlerken ortamın yoğunluğuna bağlı olarak yön değiştirmesi.

Kırılma açısı- زاوية الانعكاس - Angle of refraction;

İkinci ortama giren ışının ortamın yoğunluğuna bağlı olarak, Normal ile oluşturduğu açı.



L

Libne- الليبين - Duvar kadranı;

Güneş rasatlarında kullanılan bir araç.

Lümen- Lumen;

Uluslararası 1mum yeğinliğinde bir ışık kaynağının birim katı açı içinden saldığı ışık akısı.

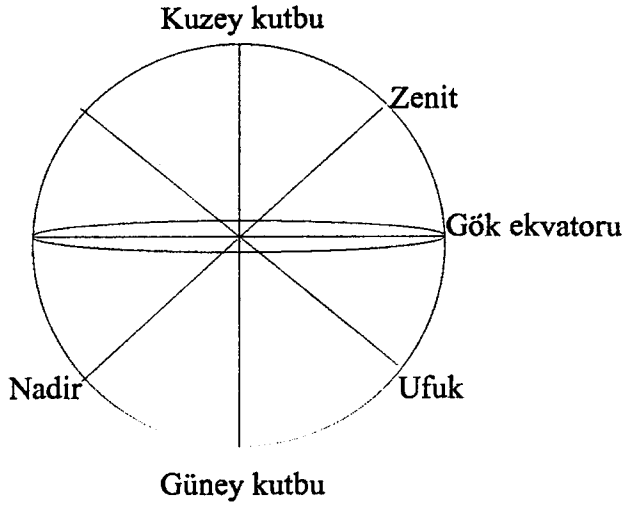
Lüks- Lux;

Metrekare yüzeye bir lümenlik ışık akısı düşürmekle sağlanan aydınlanma birimi.

M

Meridyen dairesi- دائرة نصف النهار - Meridian;

Meridyen düzleminin gökküresiyle arakesiti. Ekvatorun iki kutbundan, zenit ve nadir noktalarından geçen büyük daire.

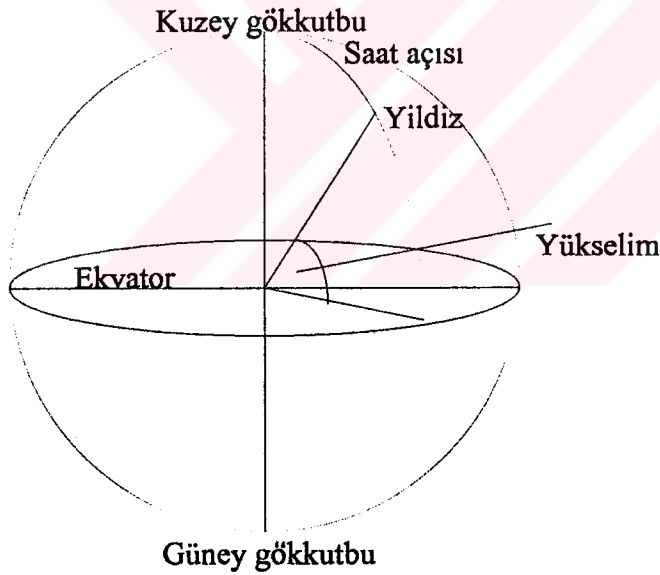


Meyil el-cüzî- ميل الجزء;

Bir gökcisminin herhangi bir deklinasyonu.

Meyil el-evvel- ميل الاول- Declination;

Bir gökcisminin ekvator düzlemine göre açılmal uzaklığı.



Meyil el-sani- ميل الثاني;

Ekliptiğin herhangi bir noktasının bir ılım noktasından olan uzaklığı. Bir göksel enlem dairesi üzerinde ölçülür.

Mukantara- المقطر ;

Ekvatora paralel olan kutup üzerindeki küçük daireler.

Münîr;

Işıklandırılmış, aydınlatılmış; örneğin Ay.

Müstadî;

Aydınlatan, ışık saçan; kendisi ışık kaynağı olan. örneğin Güneş

Müstanîr;

Bkz. Münîr.

N

Nadir- سمت القائم - **Nadir;**

Düşey doğrultunun gökküresini deldiği noktalardan ufkun altında olanı.

Nesneîşin- Intromission;

Nesneden gelen ışın.

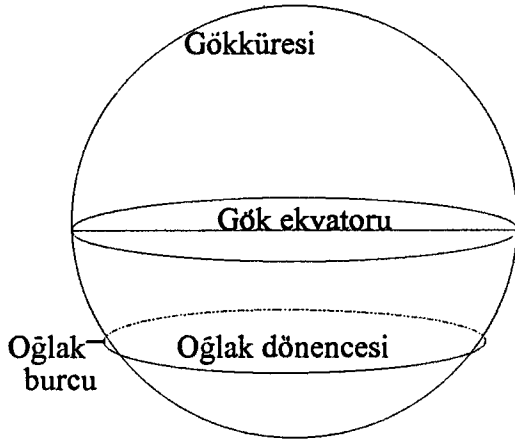
Nesneîşin kuramı;

Görmeye neden olan ışının nesneden çıktığını varsayan kuram.

O

Oğlak dönencesi- رأس الجدي - **Tropic of capricorn;**

Oğlak burcundan geçen ekvatora koşut daire. Kış dönencesi.



Opak- العلط - Donuk;

Saydam olmayan; ışığın önemli bölümünü saçarak öteye geçirmeyen.

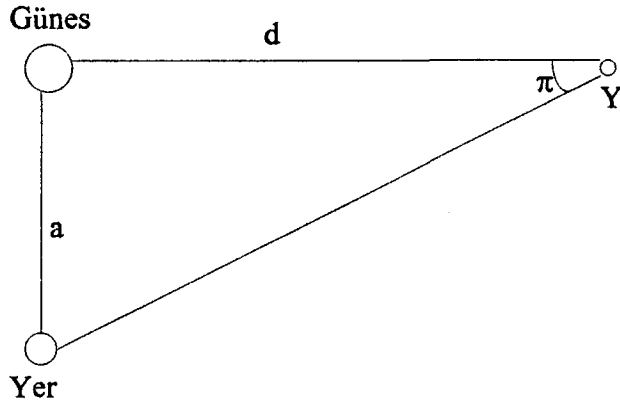
Optik sinir- عصب الجوف - Optic nerve;

Ağ tabakadan başlayan, beyin çaprazında kısmen çaprazlaşarak, görme yatağının arka kısmında ve dördüz ön kabarcıklarında son bulan ikinci çift kafa siniri.

P

Paralaks- اختلاف المنظر - Parallax;

Farklı iki yerden uzaktaki bir noktaya yönelmiş iki doğrultu arasındaki açı. Gözlenen nokta ne kadar uzakta ise ıraklık açısı da o kadar küçük olur. Astronomide Ay, Güneş, gezegenler ve yıldızlar için bu açı dolaylı yoldan ölçülerek uzaklık hesabı yapılır.



Buna göre bir yıldızın p açısı $1''$ ise bu onun uzaklığı olarak tanımlanır. Burada $a =$ Yer yörüngesinin yarı-büyük eksenidir.

Perspektif- المناظر- Perspective;

Gözlemcinin bakış açısına göre nesnenin görünümünde ortaya çıkan değişimleri konu alan disiplin.

R

Rectilinear propagation;

Bkz. Doğrusal yayılım.

Retina;

Bkz. Ağ tabaka.

Rutubet el-beydiye;

Bkz. Aqueous sıvı.

Rutubet el-celidiye;

Bkz. Göz merceği.

S

Saydam- الشفیف- Transparent;

Arkasındaki nesnelere belirgin biçimde gösteren ışık geçirici ortam.

Saydam tabaka- طبقة القرنية - Cornea;

Gözün birinci tabakası olan gözaki tabakasının, gözün ön kısmında saydamlaşarak oluşturduğu tabaka.

Sclera;

Bkz. Sert tabaka

Sert tabaka- طبقة الصلب - Sclera;

Gözün birinci tabakasıdır. Gözaki da denir. Beyaz ve tılsel yapıda olup, gözü koruyan gerçek bir zardır.

Sinüs kanunu;

Geliş açısının sinüsü ile kırılma açısı sinüsü oranının sabit olduğunu belirten kanun.

Sulbe;

Bkz. Sert tabaka.

§

Şirâ el-yemânî- شعراء اليماني - Procyon;

Küçük köpek'in α yıldızı.

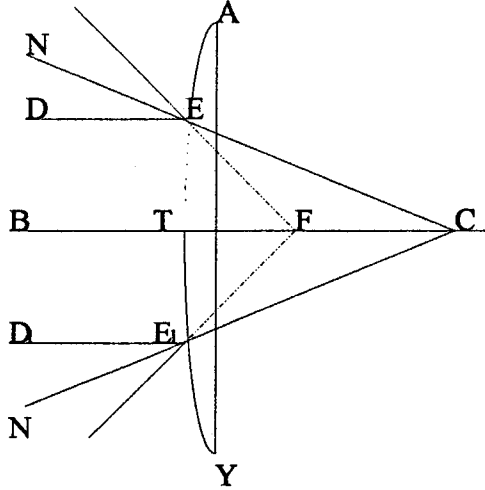
T

Ta'limi bilimler- علم التاليم - Matematiksel bilimler;

Fârâbî'ye göre bu bilimler şunlardır: Sayı bilimi, Geometri bilimi, Optik bilimi, Yıldızlar bilimi, Musîkî bilimi, Ağırılıklar bilimi ve Tedbirler (hiyel) bilimi.

Tümsek ayna- مرآة المحبب - Convex mirror;

Yansıtıcı yüzeyi yuvarsal dışbükey olan ayna.



AY= ayna aralığı; BTC= asıl eksen; F= asıl odak;
C= kavislilik merkez.; T= tepe noktası;
DE, D₁E₁= paralel ışınlar; CN= Normal.

U

Ufuk el-hakiki;

Bkz. Hakiki ufuk.

Ufuk el-hissi;

Bkz. Algılanan ufuk.

Usturlab- اسطرلاب - Astrolabe;

Güneş ve yıldızların ufuk yüksekliklerini ölçüp buradan zaman hesabı yapmayı sağlayan bir gözlem aracı.

Y

Yansıma- انعكاس- Reflection;

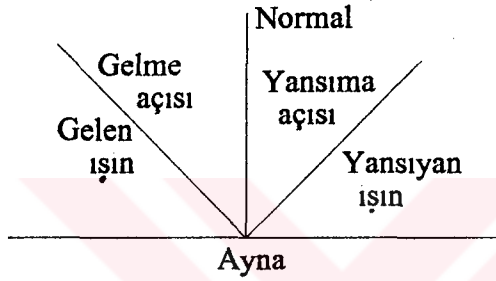
Işığın parlak yüzeyli nesnelere çarparak yön değiştirmesi. Bir engelle çarpan dalgaların geldiği ortama geri dönmesi.

Yansıma kanunu;

Yansıma durumunda geliş ve yansıma açılarının eşit olduğunu belirten kanun.

Yansıma açısı- زاوية الانعكاس- Angle of reflection;

Yansıyan ışınla yüzey dikmesi (Normal) arasında kalan ve geliş açısına eşit olan açı.



Yumurtamsı sıvı;

Bkz. Aqueous sıvı.

Z

Zat el-sukbeteyn- زات الثقبين -

Yıldızların uzaklıkları, kütleleri ve büyüklüklerini belirtmekte kullanılan bir araç.

Zat el-şubeteyn- زات الشعبتين - Triquetrum;

Dönence noktaları arasındaki yayın miktarını Güneş'in ekinoks noktalarından geçişini, yıldızların ekliptiğe göre enlem ve boylamlarını tesbit etmekte kullanılan bir alet.

Zenit- سمت الراض - Zenith;

Yeryüzündeki bir gözlem noktasından geçen düşey doğrultusunun gökyüzünü deldiği iki noktadan ufkun üstünde olanı.





AD VE KAVRAM DİZİNİ

A

Ağ tabaka, 127; 130; 133; 136
 Ad Vitellionem Paralipomena, 94; 105; 133
 Adelard, 67
 Agustine, 70
 Albugineous -aqueous- humour, 127; 130
 Alcmeon, 20
 Algılanan ufuk, 552
 Almagest, 220; 549
 Amud el-initaf, 490
 Ankebutiye, 127; 130; 345
 Ankebutiye tabakası, 344
 Antik Yunan, 32; 46; 63; 69; 74; 76; 82; 85; 170; 216
 Antikçağ, 18; 19; 25; 29; 32; 45; 89; 99; 139; 154; 161; 162; 169; 219
 Aqueous humour, 130
 Aqueous sıvı, 133; 149
 Aqueous sıvı dejenerasyonu, 149
 Arachnoid, 127
 Aracısız görme, 91
 Arâu Ehli Medînet el-Fadıla, 37
 Archimedes, 153
 Aristo, 22; 23; 24; 37; 40; 43; 44; 60; 72; 74; 75; 82; 85; 253; 313
 Aristocu, 36; 37; 40; 50; 60; 72
 Aristocu görme kuramı, 40; 75
 Aristoteles, 38; 312
 Arka oda sıvısı, 133
 Arketip ışık, 70
 Ashab el-ta'lim, 350
 Asıl ışık, 70; 392
 Augistinici, 70
 Agustine, 72
 Aydınlanma yeğınlığı, 108; 392
 Azimut, 290; 543; 549
 İşâ 375

B

Bacon, 78; 79; 82; 85; 139; 240; 241; 243; 247
 Bakiye açısı, 276; 498; 503
 Bath'li Adelard, 67; 75

Batlamyus, 81; 163; 172; 180; 186; 219; 220; 229; 249; 250; 272; 274; 278; 288; 503; 549; 551
 Beridiye, 344
 Beydiye, 345
 Birincil Güneş ışığı, 331
 Birincil ışık, 55; 80; 118; 120; 393
 Birincil ışıklar, 331; 336
 Birincil ışınlar, 119; 332
 Bu'd el-Müsrif, 317
 Bu'd el-Mutedil, 317
 Bu'd el-Mütefavıt, 317
 Burning Glass, 238; 288

C

Camsal sıvı, 130; 133
 Catoptrics, 153; 155; 158; 162; 166
 Cehru, 375
 Celidiye, 130; 140; 344; 345; 347; 348; 349; 354; 359; 377; 380
 Celidiye tabakası, 361; 377
 Cem ve Tefvik, 352
 Cevher Nur, 62
 Choroid, 127; 136
 Cleomedes, 217; 218
 Conches'li William, 66; 67; 75
 Conjunctiva, 127; 128
 Cornea, 30; 35; 77; 127; 129; 133; 136; 140
 Crystalline humour, 75; 127; 130
 Crystallinus, 133

Ç

Çizgisel perspektif, 97
 Çukur ayna, 172; 178; 354; 392; 399; 405; 406; 417; 488; 520
 Çukur konik ayna, 407
 Çukur küresel ayna, 172; 408; 423; 449; 483
 Çukur silindirik ayna, 423

D

Dağınık yansıma, 184
 Dalga sınırı, 103; 111
 Dalga yüzeyi, 103
 Damar tabaka, 127; 133

De anima, 74
 De animalibus ve Questiones de animalibus, 74
 De Aspectibus, 240
 De homine, 74
 De sensu et sensato, 74
 Della Porta, 51
 Demokritos, 20
 Descartes, 229
 Dioptrics, 229; 259
 Direct Vision, 17; 79; 91; 179; 553
 Divine illumination, 70
 Doğa bilimleri, 104; 314
 Doğa felsefesi, 76; 314
 Doğa Problemleri, 67
 Doğrudan Görme, 4; 79; 90; 91; 144; 166; 177; 179; 185; 189; 190; 192; 231; 240; 316; 553
 Doğrusal yayılım, 34
 Düz ayna, 193
 Düzlem ayna, 172; 173; 194; 195; 199; 200; 208; 398; 400; 404; 440; 448; 451; 452; 457; 466; 470; 471; 473; 477
 Dışbükey, 35

E
 Ebû Nasr el-Fârâbî, 313
 Echeru, 375
 Edva el-latife, 350
 Eflatun, 312; 313
 el -Hayalat, 147; 148
 el bu'd el-mutedil, 92
 el-beydiye, 127
 el-celidiye, 127; 129; 130
 el-Kindî, 32; 33; 34; 35; 50; 94; 106
 el-Mecisti, 549
 el-mirsad el-evvel, 4
 el-Mültehime, 128
 El-rutubet el-beydiye, 130
 el-rutubet el-zücaciye, 130
 el-zücac el-zayb, 130
 el-zücaciye, 127
 Elementler, 26
 Empedokles, 20
 en az yol ilkesi, 157; 171

en az zaman ilkesi, 226
 Erdemli Kent Ahalisinin Düşünceleri, 37
 Euclid, 25; 26; 28; 29; 30; 32; 34; 35; 41; 46; 89; 90; 92; 94; 97; 100; 153; 155
 Euclidci, 36; 40; 42; 50; 90
 Exstramission, 18; 83; 139; 350; 352

F

Fârâbî, 36; 37; 38; 40; 50; 313; 352
 Fermat, 226
 Fersah, 144
 Fotometri, 54; 106; 108; 109

G

Galen, 35; 36; 90
 Galenci, 36; 40; 42; 90
 Galileo, 105; 293
 gece körlüğü, 147; 148; 375
 Geliş açısı, 154; 402; 455; 503; 523; 531
 Glacial humor, 80
 Göksel Nesnelerin Dairesel Hareketi Üzerine, 217
 Görme, 20; 22; 23; 25; 26; 29; 32; 37; 38; 43; 44; 47; 48; 49; 60; 61; 66; 67; 70; 74; 75; 80; 84; 88
 görme konisi, 43; 88; 89; 99
 görsel akış, 29
 görsel form, 84
 görsel güç, 84
 görsel ruh, 349
 görsel süreç, 26; 49; 99
 görsel yayılım, 29; 30
 Görsel ışın, 27; 28; 35; 160; 220
 görünen ufuk, 552
 görüntüsel veri, 34
 görünüm açısı, 528; 548
 görüş akıntısı, 21
 Göz, 23; 33; 37; 41; 43; 47; 49; 55; 78; 84; 91
 göz merceği, 130
 Gözaki tabakası, 127; 136
 Gözbebeği, 60; 68; 77; 127; 136; 313; 344; 347; 359; 376; 378

gözbebeği girişi, 128; 130
 Gözışın, 18; 19; 25; 32; 33; 34; 40;
 42; 44; 48; 49; 60; 75; 83; 124; 139;
 142
 gözışın kuramı, 20; 32; 34; 42; 46;
 48; 49; 60
 Great Albert, 73; 74; 75
 Grosseteste, 69; 70; 71; 72; 76
 gündüz körlüğü, 146; 148; 375

H

hacel, 337
 Hafesu, 375
 hakiki ufuk, 290; 543; 551
 hakiki ufuk dairesi, 290
 hat el-initaf, 490
 hat el-Mehcur, 490
 Havelu, 375
 Hayalat, 376
 Heron, 154; 155; 156; 157; 162;
 171; 186; 256
 Hikmet el-İşrak, 60
 Huygens, 110; 111; 112; 113; 116
 Huygens ilkesi, 111
 hızlar dörtgeni, 163; 226; 227; 229;
 240

I

Introumission, 18; 83; 139
 iris, 127; 136
 ışığın mahiyeti, 18; 56
 ışığın yayılımı, 46
 ışığın yeğinliği, 108
 ışık akısı, 107; 108
 ışık analojisi, 69
 ışık arkası, 71
 ışık Epistemolojisi, 70
 ışık Etiolojisi, 70
 ışık Felsefesi, 70; 71
 ışık hızı, 105
 ışık konisi, 355; 388; 410
 ışık kozmogonisi, 71
 ışık kuvveti, 313
 ışık Metafiziği, 70
 ışık metaforları 70

ışık ontolojisi 26
 ışık Teolojisi, 70
 ışık yeğinliği, 106
 ışıklandırılmış nesne, 56
 ışıklı nesne, 34; 110; 329
 ışılölçüm, 106
 ışın konisi, 60; 89; 107; 190; 312;
 313; 360; 377; 389; 401; 405; 488;
 518
 ışınım, 40; 41

İ

İbn el-Heysen, 39; 45; 46; 47; 48;
 49; 50; 51; 52; 54; 55; 56; 57; 58;
 72; 76; 78; 79; 81; 82; 83; 84; 85;
 92; 93; 94; 95; 97; 101; 104; 106;
 110; 119; 120; 124; 139; 140; 150;
 162; 164; 166; 170; 171; 172; 180;
 186; 187; 191; 192; 224; 225; 226;
 227; 228; 229; 230; 238; 240; 241;
 247; 248; 252; 253; 255; 256; 270;
 273; 274; 278; 288; 470; 503
 ibn Sînâ, 36; 39; 40; 41; 42; 43; 44;
 50; 53; 74; 75; 78; 147
 ikinci Ptolemy, 46
 ikincil dalgacık, 113
 ikincil ışık, 118; 389; 393; 486; 487
 ikincil ışıklar, 334; 336
 ikincil ışınlar, 119; 332
 ilahi ışık, 62
 ilimunative, 61
 ilk ışık noktası, 69; 71
 inebiyeye, 127; 129; 344; 345
 intraocular, 20
 İhsa el-Ulum, 36
 İkincil ışıklar, 334
 İlimlerin Sayımı, 36
 İlinek, 102
 İskenderiye kulesi, 292; 293; 554
 İskenderiye Mekanik Okulu, 154
 İslâm dünyası, 31; 32; 34; 36; 39; 45;
 46; 53; 56; 59; 67; 68; 69; 74; 81;
 82; 89; 94; 99; 139; 147; 166; 167;
 169; 170
 İslâm optiği, 36; 57; 82

Nadir, 543
nesneşin, 18; 19; 25; 49; 83
nesneşin kuramı, 19; 20; 34; 49
nokta el-initaf, 490
nous, 71
Nur Heykelleri, 62; 313

O

oğlak dönencesi, 549
Optik nerve, 133
optik sinir, 67; 75; 133
optik tarihi, 6; 111
Ortaçağ, 60; 70; 85
Ortalama uzaklık, 92; 96; 320; 370;
375
ortamcı, 18; 24; 25
ortamcı kuram, 19; 24

Ö

ön oda sıvısı, 133
Özel ışık, 388; 389

P

Paradoxial tutulma, 218
paralaks, 327; 549
paralelogram, 227
Pecham, 81; 82; 85; 139; 172; 173;
248; 249; 250; 252; 257
Perspectiva Communis, 79; 82; 83;
110; 172; 240; 249
Perspicere, 91
photosensitive, 136
Platon, 20; 21; 30; 38; 66; 82; 88
Platoncu, 65; 66; 69; 70; 75
Platoncu görüş, 75
Platoncu kuram, 67; 71; 75
Plotinos, 71
pramid, 30; 75; 77; 80; 81
primordial point of light, 71
Ptolemy, 29; 30; 31; 35; 46; 158;
159; 160; 163; 172; 180; 186; 229
pupil, 128

Q

Questiones Naturales, 67

R

rectilinear propagation, 34
renaissance, 67
Retina, 127; 130; 133
retinal görüntü, 58; 86
Risner, 229
Robert Grosseteste, 68; 75; 170
Roger Bacon, 51; 72; 76; 83; 240;
250; 256
Romer, 105
Ronchi, 50; 229
rutubet el-beydiye, 148; 344; 501
rutubet el-celidiye, 344; 350; 501
ruzkorî, 375

S

Sapan hat, 490; 517; 527
sapma açısı, 276
sapma hattı, 531
Sarton, 45
Saydam tabaka, 127; 133
Sclera, 127; 133
semt el-reis, 549
sert tabaka, 133
sighting tube, 293
Silindirik ayna, 214; 408; 471; 483
silindirik çukur ayna, 393; 407; 419;
448
silindirik tümsek bir ayna, 418
sinüs kanunu, 227; 229; 230; 238;
271; 280
Sirakuza, 153
Snell, 268
Soyut Nur, 62
spirtüel ışık, 70
südur, 71
Suhreverdi, 59; 60; 61; 62; 70
sukb el-inebiye, 128; 130; 344
Sulbe, 127; 345
Syracuse, 153

Ş

şaşılık, 147; 375
Şebekiye, 127
şebekiye, 345

şebkur, 375
 Şeyh Şehabeddîn Suhreverdi, 313
 Şeyh-i Maktul, 59
 Şuvar el-Yemeniye, 334

T

Ta'limci, 314; 551
 Ta'limci felsefe, 314
 Tabakat el-karniye, 129
 Tabiatçılar, 88; 188; 312
 Takîyüddîn, 5; 88; 89; 91; 92; 93;
 94; 95; 97; 98; 99; 100; 101; 102;
 105; 106; 108; 109; 110; 111; 112;
 113; 114; 116; 117; 118; 119; 120;
 123; 124; 126; 127; 128; 132; 134;
 136; 137; 138; 139; 140; 144; 145;
 146; 147; 148; 149; 150; 176; 177;
 178; 180; 182; 185; 186; 187; 188;
 189; 190; 191; 192; 193; 194; 195;
 196; 198; 200; 201; 205; 207; 209;
 210; 211; 212; 259; 260; 261; 262;
 263; 264; 265; 266; 268; 269; 270;
 271; 274; 275; 276; 278; 279; 280;
 281; 282; 283; 285; 287; 288; 289;
 290; 291; 292; 293; 555
 Tanrısal aydınlanma, 70
 Tavus Kuşu, 124
 Teleskop, 292; 293
 Tenkih el-Menazır, 51; 53; 54; 166;
 230
 Teolojik, 70; 86
 terkedilen hat, 490; 491
 Timaios, 21
 töz, 61; 101; 102; 323
 tümsek ayna, 178; 438; 483
 Tümsek konik ayna, 192; 418
 tümsek konik ayna, 200; 387; 408;
 418; 423
 Tümsek küresel ayna, 172; 198; 211;
 212; 466; 471
 Tümsek silindirik, 406; 408; 423

U

ufk el-Hissî, 552
 ufk el-merî, 552
 ufuk dairesi, 543

ufuk düzlemi, 398
 Usturlab, 492
 Uvea, 133
 Uveal aperture, 128

Ü

Üçüncül ışıklar, 334

V

vecel, 337
 Vitreous humor, 127; 130; 136

W

William Heberden, 148
 Witelo, 51; 72; 78; 82; 83; 84; 85;
 170; 171; 229; 240; 253; 254; 255;
 256

Y

yağ tabaka, 128
 Yakan Küreler, 288
 Yakınsak mercek, 286
 Yansıma, 4; 46; 79; 176; 216; 487;
 515
 yansıma açısı, 402
 yansıma çapı, 425
 yansıma dikmesi, 394; 425
 yansıma kanunu, 28; 159; 161; 187;
 196; 199; 200; 460
 yansıma kesiti, 394; 460; 461; 480
 yansıma noktası, 425
 Yansıma optiği, 158; 161; 162
 yansıma yüzeyi, 425
 yansımanın nedensel analizi, 162;
 187
 Yansıyan ışık, 172; 179; 388; 389;
 390; 391; 392
 Yansıyan ışın, 168; 180; 190; 208;
 394; 395; 403; 410
 yansıyan ışın konisi, 401; 402; 404
 yarı küresel, 81
 yarı saydam, 23
 yarı-küresel, 80; 81; 110
 yeni nesneğin kuramı, 139
 Yeni Platoncu görüş, 71

Yüce Işık, 62
yükseklik dairesi, 398; 407; 543
yükseklik yüzeyi, 398; 402; 403;
404; 405; 425; 432
yumurtamsı sıvı, 148; 344; 376
yumuşak ışıklar, 350
yüzey yükseklik dairesi, 394

Z

Zaide, 498
zaide açısı, 276
Zat el-Sukbeteyn, 327
Zat el-Şubeteyn, 327
zat el-şubeteyn, 552
zat-i şubeteyn, 549
zeka, 71
zenit, 290; 495; 543; 545; 546; 547;
549; 551; 552
zücac el-zayb, 344
zücaciye, 345

KAYNAKÇA

- Adivar*, A. Adnan, *Osmanlı Türklerinde İlim*, İstanbul, 1982.
- Akarsu*, Bedia, *Felsefe Terimleri Sözlüğü*, TDK, Ankara, 1979.
- Akdoğan*, Cemil, "Felsefe ve Bilim Tarihi", *Türkiye 1. Felsefe, Mantık ve Bilim Tarihi Sempozyumu Bildirileri*, Ankara, 1991.
- _____ *Bilim Tarihi*, Anadolu Üniversitesi Yayını, 1993.
- Aristo*, *Meteorology*, çev. E.W. Webster, Great Books of the Western World, Chicago, 1952.
- Baymur*, Feriha, *Genel Psikoloji*, İstanbul, 1978.
- Boyer*, Carl B., *The Rainbow, from Myth to Mathematics*, Princeton, New Jersey, 1987.
- Cajori*, Florian, *A History of Physics*, New York, 1929.
- Cohen*, M.R. ve Drabkin, I.E., *A Source Book in Greek Science*, 1966.
- Coleman*, James A., *Herkes İçin görelilik*, çev. Osman Gürel, Ankara, 1987.
- Corbin*, Henry, *İslam Felsefesi Tarihi*, çev. Hüseyin Hatemi, İstanbul, 1986.
- Derman*, Ethem İ., "Ay Doğarken Niçin Büyüktür ?", *Bilim ve Teknik*, 14, sayı 158, Ankara, 1981.
- Devellioğlu*, Ferit, *Osmanlıca Türkçe Ansiklopedik Lügat*, Ankara, 1986.

Dizer, Muammer, *Takiyüddîn*, Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara, 1990.

Einstein, A. & Infeld, L., *Fiziğin Evrimi*, çev. Öner Ünalın, Ankara, 1976.

Ernst, BR. & *Vries*, TJ. E. DE, *Atlas of the Universe*, çev. D. R. Welsh, London, 1961.

El-Tehanevî, *Kitabu Keşşafu'l Funun*, W.N. Lees Press, Kalküta, 1862.

Fârâbî, *Medinet el-Fadıla*, çev. Nafiz Danışman, MEB, İstanbul, 1989.

_____ *İhsa el-Ulûm*, çev. Ahmet Ateş, MEB, İstanbul, 1989.

_____ *İlimlerin Sayımı*, çev. Ahmet Ateş, MEB, İstanbul, 1986.

Grant, Edward, *A Source Book in Medieval Science*, Harvard University Press, 1974.

Gökberk, Macit, *Felsefe Tarihi*, İstanbul, 1980.

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

Ibn el-Heysem, "*Işık Üzerine*," İngilizceye çev. M. F. Quraishi, *Ibn al-Haitham*, Karachi, Pakistan, 1970.

_____ *Kitab el-Menazır*, Süleymaniye Kütüphanesi, Ayasofya Bölümü, No: 2448.

_____ *Kitab el-Menazır*, Süleymaniye Kütüphanesi, Fatih Bölümü, No: 3212.

_____ *Kitâb el Menâzır*, çev. A.I. Sabra, *The Optics of Ibn al-Haytham*, Books I-III, London, 1989.

Kâhya, Esin, "*İbn Sînâ'da Göz ve Göz Hastalıkları*," *İbn Sînâ*, Kayseri, 1984.

_____ "*İslam Dünyasındaki Belli Başlı Oftalmoloji Çalışmaları*," *Uluslararası İbn Türk, Hârezmî, Fârâbî, Beyrunî ve İbn Sînâ Sempozyumu Bildirileri*, Ankara, 1990.

Kaya, Mahmut, "Eflatun ve Aristoteles'in Görüşlerinin Uzlaştırılması", *Felsefe Arkivi*, 24, 1984.

Kemâlüddîn el-Fârîsî, *Tenkih el-Menazır*, 2 cilt, Haydarabad, 1927-28.

Kepler, J., *Ad Vitellionem Paralipomena*, *Gesammelte Werke*, 2. cilt, München, 1938.

Kızılırmak, Abdullah, *Gökbilim Terimleri Sözlüğü*, TDK. Ankara, 1969.

Krylov, N., Lobandyevsy, P., Men, S., *Descriptive Geometry*, Moscow, 1974.

Lindberg, D.C., "Alhazen's Theory of Vision and Its Reception in the West", *Isis*, 58, 1967.

_____ *John Pecham and the Science of Optics*, The University of Wisconsin Press, 1979.

_____ *Theories of Vision from Al Kindî to Kepler*, Chicago, 1976.

_____ "Al Kindî's Critique of Euclid's Theory of Vision," *Isis*, 62, 1971.

_____ "Late Thirteenth Century Synthesis in Optics", *A Source Book in Medieval Science*, Ed. Edward Grant, Harvard University Press, 1974.

- _____ "Robert Grosseteste and the Revival of Optics in the West", *A Source Book in Medieval Science*, ed. Edward Grant, Harvard University Press, 1974.
- _____ "The Science of Optics," *Science in the Middle Ages*, The University of Chicago Press, 1978.
- _____ *Studies in the History of Medieval Optics*, London, 1983.
- Max**, von Krause, *Stambuler Handschriften Islamischer Mathematiker*, Eingegangen, 1935.
- Morgan**, Clifford T., *Psikolojiye Giriş*, Türkçe baskının ed. Sirel Karakaş, Ankara, 1977.
- Nasr**, Seyyid Hüseyin, "Şihabeddin Suhreverdi Maktul", çev. M. Alper Tuğsuz, *İslam Düşüncesi Tarihi*, Ed. M.M. Şerif, Türkçe Baskının Editörü, Mustafa Armağan, cilt 1, İstanbul, 1990.
- _____ *Science and Civilization in Islam*, Cambridge, Mass., 1968.
- _____ *İslam ve İlim*, Çev. İlhan Kutluer, İstanbul, 1989.
- _____ *İslam'da Bilim ve Medeniyet*, çev. Nabi Avcı, Kasım Turhan, Ahmet Ünal, İstanbul, 1991.
- Nasuhoğlu**, Rauf & Bingöl, Gökçe & Gür, Hanaslı & İnan, Demir & Ünal, Nuri, *Fizik Terimleri Sözlüğü*, TDK, Ankara, 1983.
- Nazif**, Mustafa, "Kamâl al-Dîn al-Fârîsî wa ba'd buhûthuhu fi ilm al-Daw", *the Egyptian Society for the History of Science* yayınlarından, yayın no 2, Kahire, 1958.
- Nelkon**, M. & Parker, P. *Advanced Level Physics*, London, 1971.
- Platon**, *Devlet*, çev. S. Eyüboğlu, M.A. Cimcoz, Remzi Kitabevi, İstanbul, 1986.

- _____ *Menon*, çev. Adnan Cemgil, Diyaloglar 1, Remzi Kitabevi, İstanbul, 1982.
- _____ *Theaitetos*, çev. Macit Gökberk, Diyaloglar 2, Remzi Kitabevi, İstanbul, 1986.
- _____ *Timaios*, çev. Erol Güneş, Lütü Ay, MEB, 1989.
- Rashed**, Roshdi "Le Modèle de la Sphere Transparente et l'explication de l'arc -en- ciel: ibn al-Haytham, al-Fârîsî", *Revue d'histoire des Sciences et de leurs applications*, 23, 1970.
- _____ "A Pioneer in Anaclastics, Ibn Sahl on Burning Mirrors and Lenses", *Isis*, 81, 1990.
- Ronan, Colin A.**, *The Shorter Science and Civilisation in China*, 2. cilt, Cambridge University Press, 1981.
- Ronchi**, Vasco, *The Nature of Light*, trans. V. Barocas, Cambridge, Mass. 1970.
- Sabra**, A. I., "Ibn al-Haytham," *Dictionary of Scientific Biography*, 6, New York, 1972.
- _____ "The Authorship of the Liber de Crepusculis, an Eleventh Century Work on Atmospheric Refraction", *Isis*, 59, 1968.
- _____ *The Optics of Ibn al-Haytham*, Introduction, Commentary, Glossaries, Concordance, Indices, London, 1989.
- _____ *Theories of Light from Descartes to Newton*, London, 1967.

- Said**, Hakim Mohammed, (ed.) *Ibn al-Haitham: Proceedings of the Celebrations of 1000th Anniversary*, Karachi, 1970.
- Sarton**, George, *Introduction to the History of Science*, cilt 1, Baltimore, 1927.
- Sayılı**, Aydın, "The Aristotelian Explanation of the Rainbow", *Isis*, 30, 1939.
- _____ "İbn Sîna'da Işık, Görme ve Gökkuşuğu," *İbn Sîna Doğumunun bininci yılı Armağanı*, T.T.K., Ankara, 1984.
- _____ "The Obsarvation Well," *A.Ü. Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 11, 1953.
- Sears**, Jr., F.W, & Richards, J.A. & Zemansky, M.W., & Wehr, M.R., *Modern Üniversite Fiziği*, çev. F. Domaniç, İstanbul, 1982.
- Shaffner**, Kenneth F., *Nineteenth Century Aether Theories*, Pergamon Press, 1972.
- 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.
- Singer**, Charles & **Holmyard**, E. J. & **Hall**, A. R. & **Williams**, Trevor I., (ed), *A History of Technology*, 3. cilt, from the Renaissance to the Industrial Revolution 1500 - 1750, Oxford, 1957.
- Staubesand**, Jochen & Ferner, Helmut, (ed.) *Sobutta Atlas of Human Anatomy*, vol. 1, Munich, Vienna, Baltimore, 1992.

- Straker**, Stephen Mory, *Kepler's Optics: A Study in the Development of Seventeenth Century Natural Philosophy*, Indiana University, 1970. (Basılmamış Doktora Tezi).
- Suhreverdi**, Nur *Heykelleri*, çev. Saffet Yetkin, MEB, İstanbul, 1986.
- Suter**, Heinrich, *Die Matematiker und Astronomen der Araber und Ihre Werke*, Leipzig, 1900.
- Şeşen**, Ramazan, "Meşhur Osmanlı Astronomu Takiyüddîn el-Rasîd'in Soyu Üzerine," *Erdem*, 4, 10, 1988.
- Takîyüddîn**, *Sidre el-Münteha*, Bibliothéque de Manuscrits, Paul Sbath Koleksiyonu, No: 496, Vatikan.
- Tekeli**, Sevim, "Nasuriddîn, Takiyüddîn ve Tycho Brahe'nin Rasat Aletlerinin Mukayesesi," *A.Ü. Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi*, Ankara, 1958.
- _____ *Onaltıncı Asırda Osmanlılarda Saat ve Takîyüddîn'in Mekanik Saat Konstrüksiyonuna Dair En Parlak Yıldızlar Adlı Yapıtı*, Ankara, 1966.
- Topdemir**, Hüseyin Gazi, "Kamal al Din al Fârîsî's Explanation of the Rainbow", *Bilim ve Felsefe Metinleri*, c. 1, s. 2, 1992.
- _____ "Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin Gökkuşığı Açıklaması", *A. Ü. Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 33, sayı 1-2, 1990.
- _____ "İbnü'l Heysem'in Optik Araştırmaları", *Bilim ve Felsefe Metinleri*, cilt 1, sayı 1, 1992.

- _____ *Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin, İbn el-Heysem'in Kitab el-Menazır adlı Optik Kitabına Yazdığı Açıklamanın Yakan Kürelerdeki Kırılmaya ait Bölümünün Çevirisi ve İncelenmesi*, 1988, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi).
- Ünver**, Süheyl, *İstanbul Rasathanesi*, TTK, Ankara, 1985.
- Vaughan**, Daniel & Asbury, Taylor, *Göz Hastalıkları*, Türkçe baskının editörü, Ünal Bengisu & Fazıl Sezen, İstanbul, 1978.
- Weber**, Alfred, *Felsefe Tarihi*, çev. H. Vehbi Eralp, 1991.
- Whiteley**, W. L., *General Physics*, University Tutorial Press Ltd., London, 1960.
- Whittaker**, E. T., *A History of the Theories of Aether and Electricity*, 1910.
- Wiedeman**, Eilhard "Zur Optik von Kamâl al Dîn", *Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik*, 111, 1910-12.
- _____ "Über die Brechung des Lichtes in Kugeln nach ibn al Haitham und Kamâl al Dîn al Fârîsî", *Sitzungsberichte der Physicalisch-Medizinische Sozietat in Erlangen* 42, 1910.
- 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.

SUMMARY

This study consists of an editorial critique, translation and interpretation of the book written on optics, *Kitabu Nûr Hadakat el-Ebsâr and Nûr Hadikat el-Enzâr*, by the renown Turkish astronomer Takî al-Dîn b. Marûf, who lived in Istanbul in the sixteenth century.

The interpretation part of the study has three chapters. The first chapter is allotted to the topic of direct sight in parallel with *Kitabu Nûr*. Here light, sight, and the effect of light on the eye and sight are thoroughly discussed.

The second chapter is about sight through reflection. Here the variations to which light is subject on mirrors and how an image is created on different mirrors are explored.

The third chapter deals with the topic of refraction. Here the changes light goes through as it travels in different mediums in terms of density.

Moreover, the last chapter includes a sub-section which concentrates on the changes to which light is subject in the atmosphere.

In this study, *Kitabu Nûr*, which was the only work written on optics during the reign of the Ottoman Empire, is dealt with all its aspects and discussed in detail in order to show the level and quality

of the scientific research and studies carried out during the Ottoman Empire.



**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**