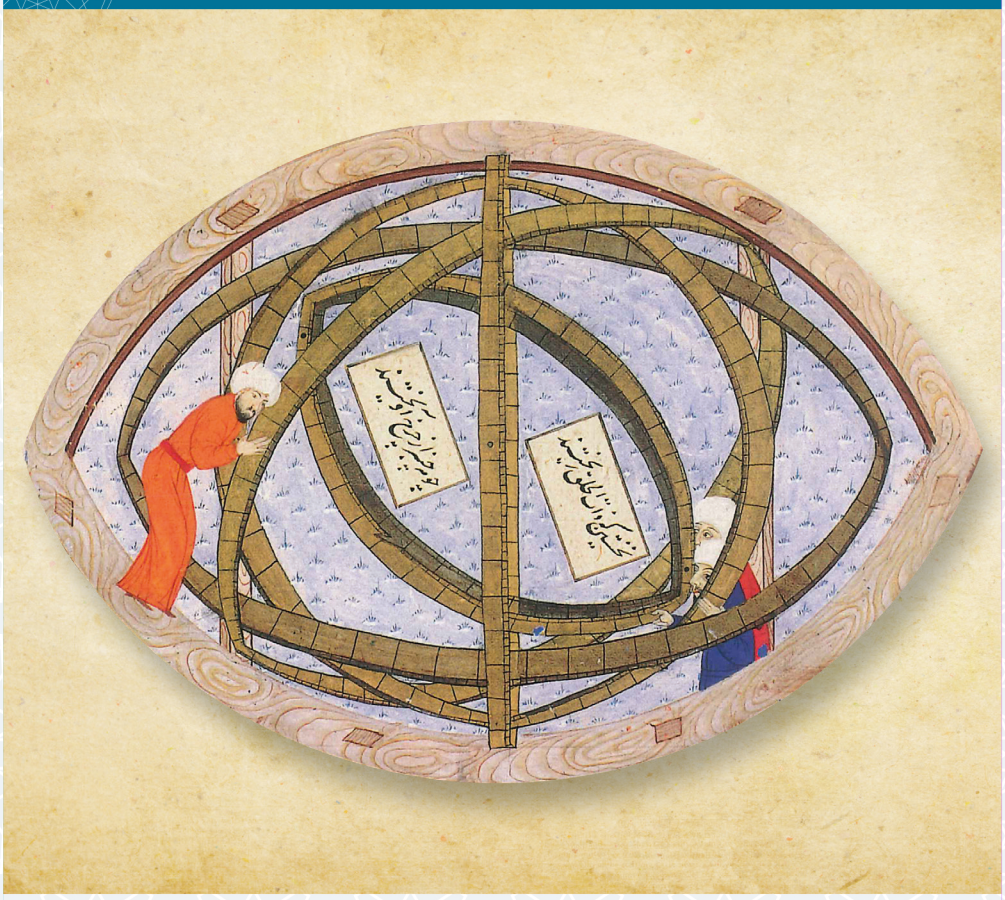
TÜRK-İSLÂM BİLİM KÜLTÜR MİRASI DİZİSİ: 4



TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi

Kitâbu Nûri Hadakati el-Ebsâr ve Nûri Hadîkati el-Enzâr

IŞIĞIN NİTELİĞİ VE GÖRMENİN OLUŞUMU ÜZERİNE

TAKÎYÜDDÎN İBN MARÛF

DEĞERLENDİRME VE ÇEVİRİ: HÜSEYİN GAZİ TOPDEMİR

Kitâbu Nûri Hadakati el-Ebsâr ve Nûri Hadîkati el-Enzâr

Takîyüddîn İbn Marûf

TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

Kitâbu Nûri Hadakati el-Ebsâr ve Nûri Hadîkati el-Enzâr
Takîyüddîn İbn Marûf

Türk-İslâm Bilim Kültür Mirası Dizisi: 4

Değerlendirme ve Çeviri
Hüseyin Gazi Topdemir (Prof. Dr.)

Editör
Yavuz Unat (Prof. Dr.)

ISBN: 978-9944-252-83-6
Ankara, 2017

Yayın Sürecinde Emeği Geçenler
Sena Pekkendir Aydın

Tasarım ve Uygulama
Murat Acar

Proje Sorumlusu (TÜBA Başkanı)
Ahmet Cevat Acar (Prof. Dr.)

Proje Yayın Kurulu
Atilla Bir (Prof. Dr.)
Derya Örs (Prof. Dr.)
Erhan Afyoncu (Prof. Dr.)
Hüseyin Gazi Topdemir (Prof. Dr.)
Hüseyin Sarıoğlu (Prof. Dr.)
M. Fatih Andı (Prof. Dr., Proje Yürütücüsü)
Muhittin Macit (Prof. Dr.)
Mustafa Çiçekler (Prof. Dr., Proje Yürütücüsü)
Mustafa Kaçar (Prof. Dr.)

Proje Yayın Koordinatörleri ve Danışmanları
H. Ahmet Arslantürk (Doç. Dr.)
Cahid Şenel (Yrd. Doç. Dr.)

Proje İdari İşler Sorumlusu
Duygu Coşkun

Baskı
Ses Reklam Paz. Turizm San. ve Tic. Ltd. Şti.
Mebusevleri Ayten Sk. 28/7 Çankaya - ANKARA

© Türkiye Bilimler Akademisi 2017
Bu kitabın tüm yayın hakları saklıdır.
Yayıncının izni olmadan hiçbir şekilde çoğaltılamaz.

Kullanılan görsellerin yayın izinleri ile ilgili
maddi-manevi sorumluluklar eseri hazırlayanlara aittir.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
Piyade Sokak - No: 27 Çankaya - ANKARA
bilimklasikleri@tuba.gov.tr
0 312 442 29 03
www.tuba.gov.tr

TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

Kitâbu Nûri Hadakati el-Ebsâr ve Nûri Hadîkati el-Enzâr

IŞIĞIN NİTELİĞİ VE GÖRMENİN OLUŞUMU ÜZERİNE

Takîyüddîn İbn Marûf

Değerlendirme ve Çeviri
Hüseyin Gazi Topdemir

TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Büyük gelecekler, büyük geçmişlerin bilgi ve birikimi üzerine inşa edilir.

Türkiye, ihtişamlı bir medeniyetin ve zengin bir tarihin meydana getirmiş olduğu büyük bir birikimin varisidir. Kökleri bilime, bilgiye, hikmete ve irfana dayanan bu birikim, ülkemizin geleceğinin inşası gayretlerinde de en önemli referansımız olmalıdır. Bu büyük birikimden yararlanmadığımız takdirde, geçmişimizi "müzelik bir emtia"ya dönüştürürüz, sağlıklı bir gelecek inşa edemeyiz.

Zira tarih, sadece geçmişte olup biten değil, aynı zamanda bugüne kalan, yarına da aktarılacak olandır. Milletler tarihte yalnızca geçmişlerini değil, geleceklerini de ararlar. Geçmişiyle barışamayan, tarihini yorumlayamayan, ecdadına yabancılaşan milletler, sağlıklı bir gelecek inşa edemezler.

Çağımıza ve geleceğe yapacağımız etki bakımından, sahip olduğumuz zengin mirası yeniden ve daha güçlü biçimde harekete geçirmemiz gerekiyor. Türkiye Bilimler Akademisi tarafından yürütülen "Türk-İslâm Bilim ve Kültür Mirası Projesi"ni, işte bu amaca yönelik bir çalışma olarak değerlendiriyorum.

Proje kapsamında, sosyal bilimler, İslâmî ilimler, Türkiyat, sağlık ve tabiat bilimleri ve teknik bilimler alanlarında hazırlanan eserlerin, bilim ve kültür hayatımıza kazandırılmasını takdirle karşılıyorum.

Bu vesileyle, eserlerin müelliflerini rahmet ve şükrânla yâd ediyor, projenin hayata geçirilmesinde görev alan bilim adamlarımız ile TÜBA mensuplarını kutluyorum.

Recep Tayyip Erdoğan
T.C. Cumhurbaşkanı

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Takdim

TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

Toplumların gelişme ve kalkınmasında bilimsel ve teknolojik çalışmalar, belirleyici bir role sahip bulunmaktadır. Yeni bilim ve teknoloji yatırımlarının gerçekleştirilmesi yanında sahip olunan bilimsel ve kültürel birikim ve mirastan yararlanılması, bunun için de söz konusu mirasın gün ışığına çıkarılması büyük önem taşımaktadır.

Mensubu olduğumuz Türk-İslâm medeniyetinin insanlığın bilimsel, teknik ve kültürel birikim ve gelişimine önemli katkıları bulunmaktadır. Bununla birlikte, medeniyetimizin bilim ve kültür tarihindeki önemli başarıları ve katkılarının, egemen Batı merkezli bakış açısının da etkisiyle, yeterince görünür ve bilinir olmadığı bir gerçektir. Bu durum, tarihimizle övünmenin ötesinde hepimize bu zengin mirasın değerlendirilmesi konusunda yeni görevler yüklemektedir.

Türk-İslâm medeniyetine ait eserlerin gün ışığına çıkarılarak bilim ve kültür dünyası ile gelecek kuşakların istifadesine sunulması; bilim, ar-ge ve yenilikçilik konusundaki amaçlarımızın gerçekleştirilmesi için gerekli birikim, özgüven ve motivasyona değerli katkılar sağlamayı içeren önemli bir millî görevin yerine getirilmesini ifade etmektedir. Türkiye Bilimler Akademisi (TÜBA) tarafından başlatılan "Türk-İslâm Bilim Kültür Mirası Projesi", bu konuda atılmış önemli bir adımı oluşturmaktadır.

Matematik, astronomi, tarih, coğrafya, edebiyat, felsefe gibi alanlardan seçilmiş birçok ünlü İslâm âlimi/düşünürü/yazarı tarafından hazırlanan eserleri bilim ve kültür dünyasına kazandırmayı amaçlayan bu proje, Türk-İslâm medeniyetinin bilim ve kültür literatürüne katkısını daha görünür ve yararlanılır hale getirecektir.

TÜBA mensuplarını bu değerli proje için tebrik ediyorum. Eserlerin yazarlarını hayırla yâd ediyor, eserlerin hazırlanması ve yayımlanmasına katkı sağlayan herkese teşekkür ediyorum. Projenin bilim ve kültür hayatımıza yararlı olmasını temenni ediyorum.

Dr. Faruk Özlü
T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanı

TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

Sunuş

Günümüzde bilim ve yenilikçilik, ulusal kalkınma ile uluslararası rekabette göreli üstünlük sağlamada belirleyici stratejik faktörler haline gelmiştir. Toplumların bilim ve yenilikçilik performansı açısından, toplumda bilimin, bilimsel düşünce ve yaklaşımların önemsenmesi, teşvik edilmesi ve yaygınlaştırılması ile gençlerin bilim ve araştırma alanına yönlendirilmesi, özel bir öneme sahiptir. Bu hususlar, dünyadaki muadilleri gibi Türkiye Bilimler Akademisi (TÜBA) bakımından da öncelikli amaç ve görevler arasında yer alır.

Bilim ve yenilikçilik performansı, güncel imkan ve kaynaklar yanında tarihsel birikim ve mirasın değerlendirilmesini de gerektirir. Millet olarak, önemli bir bölümü gün ışığına çıkarılmayı ve değerlendirilmeyi bekleyen zengin bir bilim ve kültür mirasına sahip bulunuyoruz. Bu mirasın daha görünür ve yararlanılır kılınması, bugünkü ve gelecekteki performansımız ve ulusal hedeflerimize ulaşmamız açısından büyük önem taşımaktadır.

Tarihsel birikim ve mirasın ortaya çıkarılması ve değerlendirilmesi, diğer yararları yanında, başarılı bir performans için gerekli özgüven ve motivasyona yapacağı katkı bakımından da büyük önem taşır. Uluslararası yarışta son iki yüzyıldır ve günümüzdeki göreli konumumuz ile geleceğe yönelik yüksek amaçlarımız dikkate alındığında, bireysel ve toplumsal düzeyde sağlıklı bir benlik/kimlik ve özgüven inşası ile güçlü bir motivasyon ikliminin oluşturulmasına gerek olduğu ve bu konuda her Türk vatandaşı

TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

ve kurumunun katkı ve destek sağlamasının ulusal bir görev olduğu açıktır.

TÜBA Türk-İslâm Bilim Kültür Mirası Projesi, Akademimiz tarafından bu düşünceler doğrultusunda, Kalkınma Bakanlığı'nın mali desteğiyle 2014 yılında başlatılmıştır. Proje ile, Türk-İslâm medeniyeti havzasında, fen, mühendislik, Türkiyat, sosyal bilimler, dinî ilimler gibi alanlarda eski-farklı Türk lehçeleri ile diğer dillerde üretilmiş, uzman bilim insanlarımızca seçilen 100 eserin, imkân ve ihtiyaca göre transliterasyonu, tıpkıbasımı ve/veya tercümesi yapılarak yayımlanması yoluyla bilim ve kültür âleminin ve gelecek kuşakların istifadesine sunulması hedeflenmiştir.

TÜBA Türk-İslâm Bilim Kültür Mirası Projesi, çok sayıda paydaşın doğrudan ve dolaylı katkı ve desteklerinin eseridir.

Öncelikle, bilime ve projeye verdikleri çok değerli destek için Sayın Cumhurbaşkanımız Recep Tayyip Erdoğan'a kalbî şükranlarımızı arz ediyorum.

Bugüne kıyasla oldukça kısıtlı koşullarda bu eserleri kaleme alan bilim ve kültür tarihimizin kahramanlarını rahmet ve şükranla yad ediyorum. Bu eserlerin çoğaltılması, saklanması ve bugüne ulaşmasında rol alan isimsiz kahramanları da saygıyla anıyorum. Eserlerin transliterasyonu, tıpkıbasımı ve/veya tercümesi ve tahlilini yaparak günümüzün ve geleceğin okuyucu ve araştırmacılarına ulaşmasını sağlayan bilim insanlarımıza müteşekkiriz. Yayına hazırlık ve basım sürecinde rol alan üyelerimiz, bilim insanlarımız ve çalışanlarımız ile projeye katkı sağlayan tüm paydaşlarımıza da teşekkür ediyorum.

TÜBA Türk-İslâm Bilim Kültür Mirası Projesi'nde yayımlanan eserlerin medeniyet ihyası/inşası süreci ile milletimizin bilim alanında ve topyekün gelişimi bakımından yararlı olmasını diliyorum.

Prof. Dr. Ahmet Cevat Acar
TÜBA Başkanı

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES

İçindekiler

Takdimler ve Sunuş

Önsöz 15

Takîyüddîn'in Hayatı ve Eserleri 19

a. Takîyüddîn'in Hayatı 21
b. Takîyüddîn'in Eserleri 25
c. Takîyüddîn'in Bilimsel Çalışma Alanları 26
d. Kitâbu Nûr'un Nüshaları 32
e. Kitâbu Nûr'un Analizi 36

A. Birinci Mirsad, Doğrudan Görme 36
B. İkinci Mirsad, Yansımayla Oluşan Görme 45
C. Üçüncü Mirsad, Kırılmayla Oluşan Görme 53

Kitâbu Nûr'un Çevirisi 65

Giriş 71

Birinci Mirsad 75

İkinci Mirsad 121

Üçüncü Mirsad 191

Kaynakça 249

Tıpkıbasım 253

TÜBA
TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Eklenen Şekiller Tablosu*

Eklenen Şekiller 1: Takîyüddîn Künyesi ve İmzası 22
Eklenen Şekiller 2: Kitâbu Nûr'un Başlıkları 33
Eklenen Şekiller 3: Kitâbu Nûr'un Kahire Nüshasının Giriş Sayfası 35
Eklenen Şekiller 4: Kepler'in (solda) ve Takîyüddîn'in Göz Şemaları 37
Eklenen Şekiller 5: Küresel Yayılım 40
Eklenen Şekiller 6: Yansıma Kanununun Gösterimi 46
Eklenen Şekiller 7: Dağınık Yansıma 50
Eklenen Şekiller 8: Işığın Düştüğü Ortamlar 55
Eklenen Şekiller 9: Kırılma Kavramları 57
Eklenen Şekiller 10: Takîyüddîn'in Kırılma Kanununu Kanıtlaması 59
Eklenen Şekiller 11: Snell Kanununun Gösterimi 63
Eklenen Şekiller 12: Görme Konisi 72
Eklenen Şekiller 13: Işın Konileri 82
Eklenen Şekiller 14: Çoklu Yansıma 87
Eklenen Şekiller 15: Karanlık Oda 100
Eklenen Şekiller 16: Kırılma Geometrisi 101
Eklenen Şekiller 17: Gelen ve Yansıyan Işın Konileri 126

TÜBA
TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

* Bu listede yer alan şekiller, hazırlayanın eserin ve konunun daha iyi anlaşılması için eklediği şekillerden oluşmaktadır. Bunlar dışında *Kitâbu Nûr*'un esas içeriğinde bulunan aslî şekiller de güncellenerek ve daha anlaşılır kılınmak suretiyle bu çalışmada yer almıştır. Söz konusu aslî şekiller için ayrıca bir şekiller tablosuna ihtiyaç duyulmamıştır.

Eklenen Şekiller 18: Yansımayla görüntü oluşumu 133
Eklenen Şekiller 19: Dalga Sınırı 139
Eklenen Şekiller 20: Mekanik Yansıma 141
Eklenen Şekiller 21: Düzlem Aynada Yansıma 143
Eklenen Şekiller 22: Görme Konisi 148
Eklenen Şekiller 23: Kırılma Geometrisi 197
Eklenen Şekiller 24: Işığın Kırılması 198
Eklenen Şekiller 25: Kırılma Ölçme Aracı 201
Eklenen Şekiller 26: Kırılma Ölçme Aracı 206
Eklenen Şekiller 27: Kırılmayla Görüntü Oluşumu 220
Eklenen Şekiller 28: Algılanan Ufuk 240
Eklenen Şekiller 29: Zât el-Şubeteyn 246

TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

Önsöz

Burada çevirisi sunulan *Kitâbu Nûri Hadakati el-Ebsâr ve Nûri Hadîkati el-Enzâr* (Işığın Niteliği ve Görmenin Oluşumu Üzerine) başlıklı kitap, 16. yüzyılda İstanbul'da yaşamış olan ünlü astronom, fizikçi ve matematikçi Takîyüddîn İbn Ma'ruf'un optik konusunda kaleme aldığı çalışmasıdır. Osmanlı Devleti'nde yetişen önemli bilim insanlarından biri olan Takîyüddîn, astronomi, matematik, fizik, optik ve tıp alanlarında araştırmalar yapmış ve çok sayıda kitap kaleme almıştır. Takîyüddîn'in ışığın kaynağı, doğası, yayılımı, yansıması, kırılması ve renklerin oluşumu gibi pek çok optik olguyu deneysel ve matematiksel olarak inceleyerek elde ettiği sonuçları derlediği *Kitâbu Nûri Hadakati el-Ebsâr ve Nûri Hadîkati el-Enzâr*'ın dikkat çeken iki önemli yönü bulunmaktadır:

1. Bu kitap bilindiği kadarıyla 16. yüzyılda, belki de bütün Osmanlı Devleti boyunca, küçük çaplı birkaç makale dikkate alınmazsa, bu hacimde konuyla ilgili olarak kaleme alınmış tek eserdir. Makaleler de ya görmenin oluşumu ya da çok popüler bir konu olması dolayısıyla gökkuşağı üzerinedir. Bu sınırlılığın yanında ayrıca hiçbirinde Takîyüddîn'in kitabında yer alan derinlik ve kuramsal çerçeve söz konusu değildir.

2. Kitabın içeriği, Takîyüddîn'in kendisinin de kitabının giriş kısmında özellikle dikkat çektiği üzere, çok büyük oranda İslâm dünyasında özellikle 10. yüzyıldan itibaren belirginleşmeye başlayan başarılı araştırmaların sonuçlarıyla yakından ilişkilidir. Dolayısıyla optik alanında kazanılmış olan bilgi birikimi, uzun yıllar sonra bu kitapla Osmanlı Devleti'ne aktarılmış olmaktadır.

Bu bilgiler ışığında aşağıdaki sayfalarda çevirisi verilen *Kitâbu Nûri Hadakati el-Ebsâr ve Nûri Hadîkati el-Enzâr*, Türk bilim tarihi için birkaç açıdan önem taşımaktadır. Öncelikle bu çeviriyle hem 16. yüzyılda Osmanlı Devleti'nde yapılan bilimsel çalışmaların genel yapısı ve niteliği konusunda bir düşünce sahibi olmaktayız; hem de özel olarak optik konusunda İslâm dünyasında başlatılan başarılı çalışmaların daha sonraki dönemlerde ne şekilde devam ettiğini ve ne gibi bir düzeye ulaştığını öğrenebilmekteyiz. Dolayısıyla kendi entelektüel kültür tarihimizin nitelikli ürünlerini bilim tarihi disiplinin yöntem, kural ve ilkeleri bağlamında günümüz dünyasına kazandırılmasının önemi kendiliğinden ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda bilim tarihi çalışmalarının entelektüel kültür açısından taşıdığı değer üzerinde biraz durmak yararlı olacaktır.

Bilim tarihi çalışmaları insanlığın oluşturabildiği üst entelektüel etkinliklerden biri olan bilimin devamlılık gösterdiğini, bir kültür çevresinde ilgisiz kalınmaya ve giderek unutulmaya başlandığında, ilgi gösteren başka bir kültür çevresinde yeniden hayat bulduğunu ortaya koymuştur. Başka bir deyişle gösterilen ilgiye bağlı olarak gelişen, biriken ve ilerleyen bilim, takdir edilmemeye başlandığı andan itibaren o kültür çevresinden göç etmektedir. Klasik dönemde İslam dünyasında bilimin takdir edilmemeye başlamasıyla birlikte, bilim oralardan göç etmeye başlamış ve bilimi ve bilim insanlarını takdir etmeyi, en azından belli bir döneme kadar da olsa, genel bir kültür anlayışı haline getiren Osmanlı Devleti'nde yeniden hayat bulmuştur. Bilimin devamlılığı bakımından bu kültürlerarası geçiş önemlidir ve devamlılığın nasıl ve hangi yollarla sağlandığını anlamak için de geçmişten günümüze değin uzayıp gelen bu sürecin devamlılığını oluşturan her çalışmayı incelemek, güncelleştirmek ve değerlendirmek büyük önem taşımaktadır. Çünkü ancak bu yoldan hem entelektüel kültürün önemli bir öğesi 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 olanaklı hale gelir.

İnsanlığın ortak bir değeri olduğunun anlaşılması, ulaşılan araştırma sonuçlarının uygulamaya dönüştürülmesiyle birlikte, insan

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

hayatını doğrudan etkilemesi gibi nedenlerden dolayı bilim her geçen gün daha fazla ilgi odağı olmaya başlandı ve 19. yüzyıla gelindiğinde adeta zirveye ulaştı. Artık sınırlı sayıda insanın özel ilgisiyle sınırlandırılamayacak denli insanlığın tarihini aydınlatacak en önemli çalışma alanlarından bir olduğunun anlaşılmasıyla birlikte, bilim tarihi çalışmalarına akademik bir disiplin kimliği kazandırma girişimleri yoğunlaştı. Bu yüzyıldan itibaren her geçen gün niteliği ve miktarı artan araştırmalarla kendisini güçlendirerek günümüze ışık tutan bir disiplin haline geldi. Bu entelektüel ilgiyi besleyen önemli düşüncelerden biri, bilim denilen özel bir bilgi türünün tarihsel süreç boyunca geçirdiği serüveni, alanın seçkin ürünlerinin incelenmesiyle ortaya koymak, aslında sadece bilimin tarihsel gelişimini aydınlatmak anlamına gelmediğinin anlaşılması oldu. Başka bir deyişle, yapılan bilim tarihi araştırmaları, yalnızca bilimin tarihsel gelişimini değil, aksine başta bilimsel düşünüş olmak üzere, insanın bütün zihinsel etkinliklerinin tarihsel serüvenini anlamak bakımından da ayrıcalıklı bir önem taşıdığını kısa sürede kanıtladı. Bu bakımdan bilim tarihinin bilimsel, kültürel ve siyasi boyutlar içerdiği görüldü ve eğer bir ulus kendi tarihinin görkemini görmek ve göstermek istiyorsa başvuracağı en iyi alanlardan birinin bilim tarihi olduğu kavrandı. Bu nedenle bilim tarihi çalışmaları özellikle gelişmiş ülkelerde ivmesi her geçen gün artan bir araştırma alanı olarak hızla yaygınlaşmaktadır.

Bilim tarihi konusunda dikkat çekilmesi gereken bir diğer husus da doğal olarak ilgi alanının geçmişe yönelik olmasıdır. Geçmişte sergilenen somut bilimsel başarıların altında yatan siyasi, toplumsal ve ekonomik belirleyicileri analiz ederek geleceği öngörmek ve tasarlamak gibi yüksek amaçları vardır. Bir bilim dalı olması dolayısıyla, geleceğe yönelik öngörülerde bulunmaması söz konusu olamazdı. Şu halde bir kültürde ortaya konulmuş olan bilimsel başarıları aydınlatmak, aslında o kültürün miras bıraktığı kaynak eserleri gün ışığına çıkarmakla olanaklıdır ve bu husus bilim tarihi açısından hayati önem taşımaktadır. Çünkü kaynak eserlere yönelik araştırmalar, hem kültürel devamlılığın gösterilmesi, hem bilimsel bilginin oluşum sürecinin anlaşılması,

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES

hem de entelektüel kültür çalışmalarında karşılaşılan başarısızlıkların analitik olarak kavranabilmesi bakımından tam bir gereklilik taşımaktadır. Bu türden çalışmalar kendi kültürel tarihimiz bakımından ise bir zorunluluktur. Çünkü bilimsel kaynak eser incelemeleri açısından tarihimiz gereğince aydınlatılmamıştır. Öyle ki Osmanlı Devleti'nin hem siyasi hem de entelektüel etkinlikler bakımından en parlak dönemi olan 16. yüzyıl dahi pek çok bilim dalı bakımından henüz yeterince araştırılmamıştır. Bundan dolayı da değişik bilim dallarında nelerin yapıldığı ve nasıl bir bilgi düzeyine ulaşıldığı hakkında bir değerlendirme yapabilmek yanlış olmasa bile her zaman eksik olma ihtimali taşımaktadır. Örneğin burada çevirisini verdiğimiz bu çalışmadan önce optik konusunda bir değerlendirmeye gitmek bir yana, Osmanlı Devleti'nde optik konusunda çalışılıp çalışılmadığına yönelik her hangi bir yargıda bulunmak dahi olanaklı değildi. Dolayısıyla, bugüne kadar hiçbir çalışmanın yapılmadığı optik konusunu, en azından bir dönemi bakımından da olsa, aydınlatmaya katkı sağlayacak bu çevirinin bilim tarihimiz açısından doğru bir seçim olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır.

Kitâbu Nûri Hadakati el-Ebsâr ve Nûri Hadîkati el-Enzâr'ın dört nüshası bilinmektedir. Ancak sunulan çevirinin ana metnini Bodleian nüshası oluşturmaktadır. Bununla birlikte Laleli ve Kahire nüshalarıyla karşılaştırmalar yapılmış ve metinler arasındaki farklılıklar dipnotlarda belirtilmiş ve farklı metnin çevirisi de aynı dipnotta verilmiştir. Kitabın özgün metninde 53 adet şekil yer almaktadır. Buna karşılık metin çevrilirken konunun kolay anlaşılması için anlatımı açıklayan ek şekiller çizilmiş ve bunların özgün çizimlerle karışmaması için Eklenen Şekiller başlığıyla belirtilmiştir. Ayrıca metnin tanıtılması ve aynı zamanda okuyucuya bir tür yol gösterici olması amacıyla bir giriş ve değerlendirme de verilmiştir.

Kitâbu Nûri Hadakati el-Ebsâr ve Nûri Hadîkati el-Enzâr'ın düşünce hayatımıza katkı yapması umut ve dileğiyle.

Hüseyin Gazi Topdemir
05.04.2015 / Muğla

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES

BİRİNCİ BÖLÜM

Takîyüddîn'in Hayatı ve Eserleri

TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

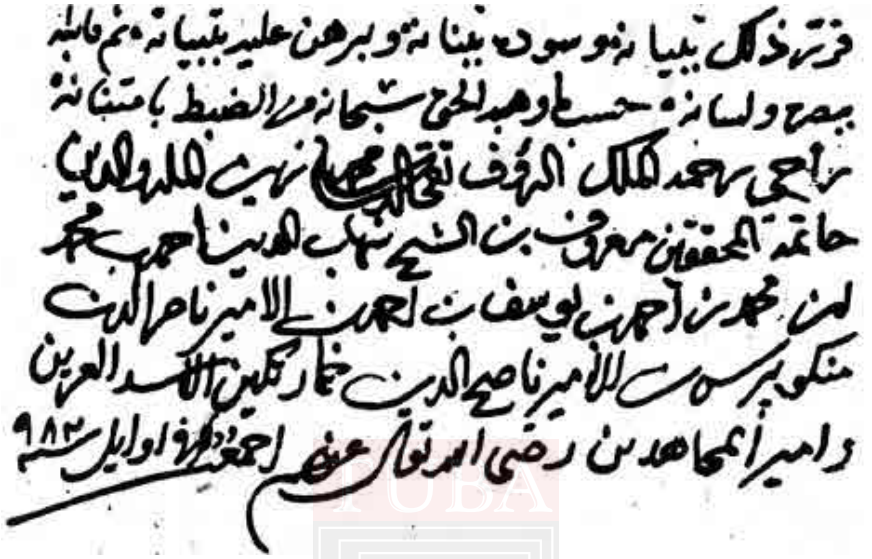
a. Takîyüddîn'in Hayatı

Osmanlılar döneminde yürütülen bilimsel çalışmaların parlak bir evresini 16. yüzyıl oluşturmaktadır ve bu dönemin seçkin temsilcilerinden biri de Takîyüddîn İbn Ma'ûf'tur. Dönemin bilim yapma geleneği bağlamında kendisi de birden çok bilim alanında çalışmalarda bulunmuş olan Takîyüddîn, matematik, astronomi, fizik, optik, mekanik ve tıp konularına bilimsel katkıları olan çok yönlü bir bilim insanıdır. Bu konularda birçok eser kaleme almış olan Takîyüddîn, aynı zamanda Osmanlı Devleti'ndeki ilk gözlemevi olan İstanbul Gözlemevi'nin de kurucusudur. Bu seçkin bilim insanının tam isim zinciri şöyledir: Takîyüddîn Ebû Bekr Muhammed İbn Kadı Zeyneddîn el-Şeyh Ebû el-Abbas Ma'rûf İbn Şeyh Şehâbeddîn Ahmed İbn Muhammed İbn Muhammed İbn Ahmed İbn Yusuf İbn Ahmed İbn el-Emir Nasuriddîn Mengüpars İbn el-Emir Nasuhiddîn Humâr Tegin el-Esed el-Arîn, Emir el-Mücahidîn'dir.[1] Bu isim zincirinde yer alan Mengüpars ve Humâr Tegin adlı ataları Nûreddîn Mahmud Zengî ve Selâhaddîn-i Eyyûbî'nin kumandanlarındandı.[2]

TÜBA
TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

1 Metin Takîyüddîn'in *Kitâbu Nûri Hadakati el-Ebsâr ve Nûri Hadîkati el-Enzâr* adlı eserinin Oxford, Bodleian Kütüphanesi, Marsh 119 numarada kayıtlı nüshasının son varakına aittir. Ayrıca Takîyüddîn'in künyesinin farklı yazılışları için bkz. Hüseyin Gazi Topdemir, *Takîyüddîn'in Optik Kitabı*, Kültür Bakanlığı, Ankara 1999, s. 12-13.

2 Takîyüddîn'in hayatı hakkında şu kaynaklara bakılabilir: Süheyl Ünver, *İstanbul Rasathanesi*, TTK, Ankara, 1985, s. 3-9; Sevim Tekeli, "Nasuriddîn, Takiyüddîn ve Tycho Brahe'nin Rasat Aletlerinin Mukayesesi", *A. Ü. Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi*, Cilt 16, Sayı 3-4, Ankara 1958, s. 307-313; Ramazan Şeşen, "Meşhur Osmanlı Astronomu Takîyüddîn el-Rasıd'ın Soyu Üzerine", *Erdem*, Cilt 4, Sayı 10, Ankara 1988, s. 165-171; Muammer Dizer, *Takiyüddîn*, Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara 1990, s. 24-29; A. Adnan Adıvar, *Osmanlı Türklerinde İlim*, Remzi Kitabevi, İstanbul 1982, s. 99-109; Hüseyin Gazi Topdemir, "Osmanlı Biliminin Öncülerinden Takîyüddîn", *Bilim ve Teknik*



Eklenen Şekiller 1: Takîyüddîn Künyesi ve İmzası

Çok yönlü bir bilgin olmasına karşın, daha çok astronomi ve matematik alanlarına yaptığı katkılarla öne çıkmış olan Takîyüddîn, 1526 yılında Şam'da (Dımaşk) doğdu. İlk eğitimini, Şam'da Sibâiyye ve Takaviyye medreselerinde müderrislik görevlerinde bulunmuş olan babası Kadı Zeynüddîn Ma'rûf Efendi'den aldı. Geleneksel medrese eğitiminin bir parçasını oluşturması dolayısıyla, Kahire'de ve Şam'da hadis, tefsir, kelam ve fıkıh gibi çeşitli nakli bilimler alanında dersler aldı. Takîyüddîn, daha sonra 1550 yılı civarında babasıyla birlikte İstanbul'a gidince, öğrenimini orada dönemin tanınmış bilginlerinden Çivizâde Mehmed Efendi, Ebussuûd Efendi, Kutbüddinzâde Mehmed Efendi ve Saçlı Emîr'in yanında tamamladı. Yukarıda söz konusu edilen bilim dallarında eserler kaleme almasından, Takîyüddîn'in bu nakli bilimlerin yanında akli bilimler denilen matematik, astronomi, fizik gibi bilim dallarında da iyi bir eğitim aldığı anlaşılmaktadır. Böylece eğitimini tamamlayan Takîyüddîn, tekrar Kahire'ye döndü ve orada Seyhuniyye ve Sarğıtmışiyye medreselerinde müderrislik yaptı. Sonra yine İstanbul'a gelen Takîyüddîn, Sadrazam Ali Paşa'nın

Dergisi, Sayı 513, TÜBİTAK, Ankara 2010, s. 82-87; Ekmeleddin İhsanoğlu, Ramazan Şeşen, Cevat İzgi, Cemil Akpınar, İhsan Fazlıoğlu, *Osmanlı Astronomi Literatürü Tarihi*, (OALT) Ed. Ekmeleddin İhsanoğlu, IRCICA, İstanbul 1997, s. 199; Mustafa Kaçar, M. Şinasi Acar, Atilla Bir, *XVI. Yüzyıl Osmanlı Astronomu Takiyüddin'in Gözlem Araçları*, Türkiye İş Bankası Yayınları, İstanbul 2011, s. 7-16.

desteğiyle Edirnekapı Medresesi'nde müderris olarak görevlendirildi, ancak bu görevini kısa bir süre yerine getirip, tekrar Mısır'a dönmek durumunda kaldı. Kendisi Mısır'dayken önce Çivizâde'nin, ardından da Nişancızâde'nin Mısır kadısı olarak görevlendirilmeleriyle birlikte, onlara kadılıkta vekâlet etti.[3]

Takîyüddîn'in hayatındaki ilk köklü değişim ise Kazasker Abdülkerim Efendi'nin Mısır kadılığına atanmasıyla başladı. Abdülkerim Efendi'nin Takîyüddîn'i özellikle astronomi ve matematik konularında çalışmaya teşvik etmesi, ilgi alanının matematik ve doğa bilimlerine kaymasına yol açtı. Takîyüddîn, bilimsel kimlik ve kişiliğinin oluşumunda derin iz bırakan Abdülkerim Efendi'ye duyduğu saygının bir sonucu olarak *Kitâbu Nûr* adlı çalışmasının bir nüshasını ona ithaf etti ve şu övgü dolu sözleri yazdı:

> Hakikatler topluluğunu gizleyen Âlemlerin âlimlerinin Meliki, gecelerin 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-î nimetim, üstadım, Molla Çelebi Efendi Abdülkerim, Kadılar kadısı, Suriye'deki Şam'dan sonra Mısır'da şeyhler şeyhi [olana] hediye ettim.[4]

Daha sonra kaleme aldığı eserleri incelendiğinde, Takîyüddîn'in "veli-î nimetim, üstadım" diye nitelendirdiği Abdülkerim Efendi'nin yanında kaldığı süre içinde matematik ve doğa bilimleri alanlarında yoğun çalıştığı ve bu alanlarda derinleştiği anlaşılmaktadır. Daha sonra, 1570 yılında yeniden İstanbul'a gelen Takîyüddîn'in, geldikten bir yıl sonra Müneccim başı Mustafa Çelebi'nin ölmesi üzerine, zamanın padişahı II. Selim tarafından Müneccimbaşılığa getirilmesi ise hayatındaki ikinci dönüm noktası oldu. Devletin ileri gelenleriyle daha yakın işbirliğinde bulunma fırsatını elde eden Takîyüddîn, bu sıralarda Hoca

3 Ekmeleddin İhsanoğlu ve diğerleri, *OALT*, s. 200; Hüseyin Gazi Topdemir, "Takiyüddin er-Rasıd", Türkiye Diyanet Vakfı, İslam Ansiklopedisi, Cilt 39, Ankara 2010, s. 454-456.

4 Takîyüddîn, *Kitâbu Nûri Hadakati el-Ebsâr ve Nûri Hadîkati el-Enzâr*, Süleymaniye Nüshası, varak no 2a-b.

Sadeddîn Efendi ile dostluk kurdu. Bu dostluğun ve saray astronomu olmasının sağladığı olanakla, mevcut yıldız kataloglarını geliştirmek amacıyla 1574 yılında Galata Kulesi'nde gözlem çalışmalarına başladı. Türk bilim tarihinin önemli bir evresini oluşturan İstanbul Gözlemevi'nin kurulmasına giden süreç de böylece başlamış oldu.[5]

1577 yılında III. Murad'ın fermanıyla Tophane sırtlarında bir gözlemevi kuran Takîyüddîn, gözlemlerini burada sürdürdü ve sonuçlarını *Sidre el-Müntehâ el-Efkâr* adlı kitabında topladı. Türk bilim tarihinin dönüm noktalarından biri olan bu girişim, beklenmedik bir şekilde, basit siyasi çekişmelere alet edilerek kısa süre içerisinde başarısızlığa uğratıldı. Gözlemevinin kurulmasıyla birlikte, padişah ve yakın çevresinde itibarlı hale gelen kimselere duyulan kıskançlık gibi sıradan gerekçelerle özellikle de Şeyhülislâm Kadızâde'nin, "gözlemevleri bulundukları ülkeleri felakete sürükler" şeklinde fetva vermesi sonucu gözlemevi (22 Ocak 1580) tarihli bir hatt-ı hümâyunla içindeki aletlerle birlikte tahrip edildi. Osmanlı biliminin gelişmesindeki ilk büyük kırılma olan bu şanssızlık, sonun başlangıcı oldu ve bilimsel çalışmalar Osmanlı topraklarında önce hız kesti ardından durdu. Gözlemevinin yıkılmasından sonra, bir süre daha çalışmalarını sürdüren Takîyüddîn 1585'de öldü.[6] Mezarının yeri bilinmemektedir.

Bilime çok genç yaşlarından itibaren gönül vermiş bir insan için kuşkusuz en acı veren deneyimi zamanının büyük kısmını geçirmekten keyif aldığı gözlemevinin, içinde tasarlayarak imal ettiği araçlarla yıkılmasıdır. Takîyüddîn, burada çevirisi sunulan *Kitâbu Nûri Hadakati el-Ebsâr ve Nûri Hadîkati el-Enzâr* başlıklı kitabının giriş bölümünde kendisiyle ilgili olarak dikkat çekici bazı bilgiler verirken, eğitimine de değinmekte ve ömrünü bilime adadığını söylemektedir. Bu bilgilerden onun bilime bakışını, bilimin hayatında nasıl merkezi bir konumda bulunduğunu ve gözlemevinin yıkılmasının nasıl yakıcı bir etki bıraktığını anlamak olanaklıdır. Dikkat çekici açıklamalarından biri şöyledir: [Bu kitabın sahibi] "Ömrünün büyük bir bölümünü matematik ve doğa bilimlerini öğrenmekle geçirdiğinden, gençliğinin ve yetişkinliğinin en değerli çağını, zihninde karanlık bir nokta kalmayıncaya kadar, bu bilimleri öğrenmek uğruna para gibi harcadı."[7] Bu tümceler açıkça Takîyüddîn'in bilimle ve bilimsel zihniyetle genç yaşlarında tanıştığını, bilimin toplumsal hayat açısından

5 İhsanoğlu ve diğerleri, *OALT*, s. 200.

6 İhsanoğlu ve diğerleri, *OALT*, s. 201.

7 *Kitâbu Nûri Hadakati el-Ebsâr ve Nûri Hadîkati el-Enzâr*, Süleymaniye Nüshası, varak no 1a.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TÜBA ARŞİVİ DİJİTAL ÖRNEĞİDİR
www.tuba.gov.tr

taşıdığı değeri derinden kavradığını ve bütün hayatı boyunca bilimsel zihniyete bağlı kaldığını anlatmaktadır. Aynı cümlelerin dikkat çeken bir diğer yönü de, eğitimi boyunca matematik ve doğa bilimleri alanlarında yetkinleştiğinin anlaşılmasıdır. Eğitim sürecini tamamladıktan sonra verdiği eserleri incelendiğinde, matematikte özellikle de ondalık sayılar konusunda, optikte ışığın yayılımı konusunda ve astronomi alanında hem yaptığı gözlem araçları hem de kuramsal çalışmalarıyla bilim tarihinin seçkin temsilcilerinden biri olmayı başardığı açıkça anlaşılmaktadır.

b. Takîyüddîn'in Eserleri

Döneminin genel eğiliminin bir sonucu olarak astronomi, matematik, mekanik, optik ve tıp gibi değişik bilim dallarında araştırmalarda bulunan, bu araştırma alanlarına ilişkin çok sayıda kitap ve makale yazan Takîyüddîn'in bugüne kadar belirlenebilmiş ve kendisine aidiyeti konusunda kuşku olmayan eserleri şunlardır:[8]

1. *El-Durru el-Nazîm fi Teshîl el-Takvim*
2. *El-Turuku el-Seniyye fi el-Âlâti el-Ruhaniyye*[9]
3. *El-Kevâkib el-Durriyye fi Vadi el-Bengamât el-Devriyye*[10]
4. *Reyhâne el-Rûh fi Resmî el-Saat alâ Müstevî el-Sutûh*
5. *Sidre el-Müntehâ el-Efkâr fi Melekût Feleki el-Devvâr*
6. *Buğyet el-Tüllâb min İlmi el-Hisab*
7. *Kitâb el-Simâr el-Yânia min Kutûf el-Alat el-Camia*
8. *Ceride el-Dürer ve Haride el-Fiker*[11]

8 Ekmeleddin İhsanoğlu, Ramazan Şeşen, M. Serdar Bekâr, Gülcan Gündüz, Veysel Bulut, *Osmanlı Tabii ve Tatbiki Bilimler Literatürü Tarihi*, Editör: Ekmeleddin İhsanoğlu, IRCICA, İstanbul 2006, s. 40-43; İhsanoğlu ve diğerleri, *OALT*, s. 202-214.

9 Takîyüddîn'in otomatlar konusundaki çalışması olan bu kitapla ilgili ilk inceleme Ahmed Yusuf el-Hassan tarafından gerçekleştirilmiştir ve bu inceleme 1976 yılında *Taqi al-Din and Arabic Mechanical Engineering* başlığıyla Halep Üniversitesi tarafından yayımlanmıştır. Bkz. Atilla Bir ve Mustafa Kaçar, "İslam Medeniyetinde Hiyel Geleneği ve Takiyüddin Rasıd'ın Et-Turuku's-Seniyye fi Alâtu'r-Ruhaniyye Adlı Eseri", *420. Ölüm Yıldönümünde Takiyüddin Rasıd, Notlar 7*, Bilim ve Sanat Vakfı Yayınları, İstanbul 2007, s. 28.

10 Bu kitap, Sevim Tekeli tarafından *16. Asırda Osmanlılarda Saat ve Takîyüddîn'in Mekanik Saat Konstrüksiyonuna Dair En Parlak Yıldızlar Adlı Yapıtı* (Ankara 1966) adıyla Türkçe ve İngilizce olarak yayımlanmıştır.

11 Bu eser Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Felsefe Bölümü öğretim üyesi Remzi Demir tarafından doktora tezi olarak çalışılmıştır. Bkz. Remzi Demir, *Takîyüddîn'de Matematik ve Astronomi*, Atatürk Kültür Merkezi Yayınları, Ankara 2000.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

9. *Kitâb el-Niseb el-Müteşâkele*
10. *Kitâbu Nûri Hadakati el-Ebsâr ve Nûri Hadîkati el-Enzâr*[12]
11. *El-Mesâbih el-Muzhira fî İlm-i Bazdira*
12. *Recez fî Rub el-Düstur el-Maruf bi'l-Müceyyeb*
13. *Düstür el-Racih li Kavaid el-Tastih*
14. *Risâlet el-Tevârih*
15. *Risale fi Amel bi el-Rubi el-Şikâzî*
16. *Risâle Semt el-Kıble*
17. *Şerhu Kitâb el-Tecnis fî el-Hesâb li el-Se*câvendî
18. *Tahrîru Ükeri Savizûsyûs*
19. *Hülâsa el-Amâl fî Mevâkît el-Eyyam ve el-Leyl*
20. *Kitâbu Marifeti Evkati el-Salât*
21. *El-Mizvele el-Şimâliyye bi Fadlı Dâiri Ufki Kostantıniyye*
22. *Tercüman el-Etıbbâ*
23. *Risale fi el-Cebr ve el-Mukâbele*
24. *El-Ebyatu el-Tisa fi İstihraci el-Tevarih el-Meşhûra ve Şerhuha*
25. *Risale fi el-Tesyir*
26. *El-Kavlu el-Merî fî el-Nehâri el-Terî*
27. *Risâle fi Sebebi Taahhuri Gurûb el-Şems*
28. *Risale der Beyân-ı Usturlâb*
29. *Zic el-Alleme Takîyüddîn*
30. *Âlât-i Rasadiyye li Zic-i Şehinşahiyye*

TÜBA
TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

c. Takîyüddîn'in Bilimsel Çalışma Alanları

Birçok bilim dalında araştırmaları bulunmasına karşın, Takîyüddîn'i haklı ve yerinde bir değerlendirmeyle astronom olarak adlandırmak doğru olur. İsim zincirinin halkalarından birinin el-Rasıd olması da onun astronomi alanındaki tanınırlığını bir göstergesidir. Bilimsel mirasının önemli bir kısmını astronomi çalışmalarının oluşturması da onun asıl uzmanlık alanının astronomi olduğunun diğer bir kanıtıdır. Astronomi tarihinin önemli eserlerinden biri olan *Sidre el-Müntehâ el-Efkâr* adlı kitabı ve yukarıda değinilen İstanbul Gözlemevi'nde kullandığı ve önemli bir kısmını kendisinin geliştirdiği araçları ve bunlarla gerçekleştirdiği gözlem kayıtları Takîyüddîn'in bir astronom olarak öne çıkarılma-

12 Çevirisi yapılan kitap budur.

sını gerekli kılmaktadır. Bütün bunlara ilaveten, astronom olarak sahip olduğu yetkinliği tam bir biçimde betimlemek için son bir hususu da belirtmek gerekir. Takîyüddîn, Ay'ın, Yer'in ve diğer gezegenlerin hareketlerindeki düzensizlikleri son derece doğru ve günümüz değerlerine yakın olarak açıklayabilmiştir. Böylesi bir bilimsel başarı ancak gözlem ve kuram uyumluluğunun sağlanmasıyla elde edilebilir. Dolayısıyla Takîyüddîn yaptığı gözlemlerin dakikliğini garanti altına alacak denli titiz bir gözlemci olduğu kadar, evrenin geometri aracılığıyla nasıl kurgulanacağını da çok iyi bilen, kuramsal bakımdan yetkinliği olan bir astronomdur.

Bilimin hem tarihsel, hem de toplumlar veya kültürler arasındaki gelişim seyri göz önüne alındığında, İstanbul Gözlemevi hakkında, kurulması, kısa süre içinde söylencelere dayalı olarak yıkılması ve bu sınırlı sürede yapılan gözlemlerin nitelikleri gibi birkaç açıdan değerlendirmelerde bulunmak olanaklıdır. Öncelikle gözlemevinin İslâm dünyasında 10. ve 12. yüzyıllar arasında gerçekleştirilen yüksek düzeyli astronomi çalışmalarının devamlılığının sağlanması bakımından çok değerli bir girişim olduğu belirtilmelidir. Bu anlamda gözlemevinin kurulması ve kısa sayılacak bir süre[13] Takîyüddîn'in burada gözlemlerde bulunmasına rağmen, astronominin tarihsel gelişiminin 16. yüzyılda Osmanlı Devleti'nde sürdürülmesine olanak sağlayacak ciddi bir fırsat olduğu açıktır. Nitekim Takîyüddîn, saray astronomu olarak görevlendirilirken öncelikle "eski ziclerin artık gereksinimleri karşılayamadığı ve yeni gözlemlere gerek olduğu" düşüncesinden hareket etmiş ve bu düşüncesinin gerekliliğine Devlet yetkililerini ikna etmiştir. Ancak bundan sonra, durum padişah Sultan III. Murad'a iletilmiştir. Konuya sıcak yaklaşan Sultan, Vezir-i âzâm Sokullu Mehmet Paşa'yı ve Hoca Sadeddîn Efendi'yi yeni bir gözlemevi kurulması konusunda görevlendirmiştir. Böylece bazılarını Takîyüddîn'in icat ettiği, dönemin en mükemmel gözlem aletleriyle donatılan ve 16. yüzyılın Dünya çapında birkaç önemli gözlemevinden birinin kurulması gerçekleştirilebilmiştir (1575).[14]

16. yüzyılda gökyüzü gözlemlerinde kullanılabilecek ve büyük çoğunluğu geleneksel gözlem astronomisinde yüzyıllardır kullanılmakta olan gözlem araçlarının mükemmel hale getirildiği ve yenilerinin icat edildiği çok sayıda gözlem aracıyla donatılan bu gözlemevinde bulunan araçlara ve niteliklerine yönelik

13 Kaçar ve diğerleri, a.g.e., s. 11.

14 İhsanoğlu ve diğerleri, *OALT*, s. 200-201; Kaçar ve diğerleri, a.g.e., s. 7-8.

bir inceleme gözlemevinin gerçek değerinin ortaya konulmasında önemli bir veri oluşturacaktır. Gözlemevinde bulunan araçlar şunlardır:

1. Zât el-Halâk (Halkalı Araç)
2. Libne (Duvar Kadranı)
3. Zât el-Semt ve el-İrtifâ (Azimut Yarım Halkası)
4. Zat el-Şubeteyn (Triquetrum)
5. Rub-u Deffe (Tahta Kadran)
6. Zât el-Sukbeteyn (İki Delikli Araç)
7. Zât el-Evtâr (Kirişli Araç)
8. Müşebbehe bi'l-Monatik (Sextant)
9. Mekanik Saat

Gözlemevi, bu araçlarıyla, aynı dönemde Hven adasında Danimarka Kralı Frederik II'nin desteğiyle Tycho Brahe (1546-1601) tarafından gerçekleştirilen Uraniborg Gözlemevi'yle boy ölçüşecek niteliktedir. Her iki astronom da hem kendilerinden önce kullanılmakta olan aletleri yeniden ürettikleri gibi, hem de ilk kez kendilerinin icadı olan aletler de yapmışlardır. Brahe Armillae Aeqatoriae ile Sextant, Takîyüddîn ise yıldızlar arasındaki mesafeleri ölçmek için Müşebbehe bi'l-Monatik ve Güneş'in ekinoks noktalarına geldiğini bildiren Zât el-Evtâr adlı gözlem araçlarını icat etmiştir. Bununla birlikte her iki astronom da aletler üzerinde daha dakik bölümlemelerde bulunabilmek için aletleri büyük çaplı yapmışlardır. Nitekim Takîyüddîn yıldızların meridyen geçişlerini gözlemekte kullanılan duvar kadranını 6 metre çapında yapmış ve meridyene paralel bir duvar üzerine yerleştirmiştir. Batıda bu aleti ilk kullanan ise Brahe olmuştur. Benzer şekilde herhangi bir düzlemde iki yıldız arasındaki açıyı ölçmeye yarayan ve gözlem astronomisi alanındaki en önemli buluşlardan biri kabul edilen Sextant (Müşebbehe bi'l-Monatik) da Batıda Brahe, Doğuda ise Takîyüddîn tarafından kullanılmıştır.[15]

Gözleme dayalı astronomi çalışmalarının temelini dakik olarak elde edilmiş gözlem kayıtları oluşturur. Bu bakımdan 16. yüzyılın en önde gelen gözlemevlerinden birinin İstanbul'da kurulmuş olması Osmanlı bilim tarihinin önemli bir evresini oluşturmasının yanında, aynı zamanda astronominin bu coğrafyada gelişmesi için de gerçek bir şanstır. Bu gözlemevinin kurulmasına

15 Sevim Tekeli, "Nasîrüddîn, Takîyüddîn ve Tycho Brahe'nin Rasat Aletlerinin Mukayesesi", Ankara 1958, s. 315-374. Sevim Tekeli, "Âlat-ı Rasadiye li Zîc-i Şehinşahiye", *Araştırma*, Sayı 1, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Ankara 1963, s. 71-85; Kaçar ve diğerleri, a.g.e., s. 21-53.

öncülük eden ve döneminin astronomi anlayışı gereği pratik bir astronom olması dolayısıyla gözleme dayalı çalışmalarını derinden etkileyeceği açık olan Takîyüddîn'in araştırmalarıyla bir çığır açmasını beklemek hayal olmazdı. Fakat tarih bu beklentinin gerçekleşmediğini ortaya koymaktadır. Başka bir deyişle, İstanbul Gözlemevi, çığır açacak çalışmaların yapılması bir yana, beklenen çalışma ömrünü bile dolduramadan yıkılmıştır. Dönemin sığ görüşlü çevrelerince "felakete neden olacağı" safsatasıyla, özellikle 1577 yılında bir kuyruklu yıldızın görülmesi ve 1587'de de veba salgınının başlaması bahane edilerek padişah Sultan III. Murad baskı altına alınmış ve sonunda onun emriyle Kaptan-ı Derya Kılıç Ali Paşa bütün araç ve gereçleriyle birlikte gözlemevini yıkmıştır.[16] Gözlemevinin Osmanlı bilim hayatına getirmesi beklenen değişim ve ilerleme gerçekleşmeden yıktırılması, doğal olarak gözlem astronomisi alanında etkinlik sürdüren ve bu yönüyle teorik olmaktan çok pratik bir astronom olan Takîyüddîn'in bilimsel çalışmalarını kesintiye uğratmıştır. Diğer taraftan gözlemler sonucunda o dönemde keşfedilecek birçok yeni gök nesnesinin keşfedilememesine neden olduğunu belirtmekte abartı olmaz. Çünkü aynı niteliklere sahip Uraniborg Gözlemevi'nde Brahe yeni bir yıldız keşfetmiş ve ünlü Halley Kuyruklu yıldızını gözlemlemişti. Dikkat çekilmesi gereken diğer bir nokta da gözlemevinde yapılacak dakik gözlemlerin daha sonraki dönemlere yapacağı etkiyle ilgilidir. Brahe'nin gözlem kayıtlarına dayanarak Kepler'in yörüngelerin gerçekte daire değil, elips olduğunu bulması tesadüf değil, bilimsel araştırmaların devamlılığının bir sonucudur. İstanbul Gözlemevi'nin gereksiz yere erkenden yıktırılması, olası bir bilim yapma geleneğini de uzun yıllar boyunca olanaksız kılmıştır.

Astronomi ve matematiğin özellikle de trigonometrinin birbirlerinden ayrılmaz disiplinler olması dolayısıyla Takîyüddîn astronominin yanında trigonometriyle de uğraşmıştır. 16. yüzyılın ünlü astronomu Kopernik sinüs terimini kullanmamış, sinüs teoreminden, kosinüs, tanjant, kotanjanttan söz etmiştir. Oysa Takîyüddîn bunların tanımlarını vermiş, kanıtlamalarını yapmış ve cetvellerini hazırlamıştır. Özellikle *Ceride el-Dürer ve Haride el-Fiker* adlı kitabında ondalık kesirleri kullanmış ve bu kesirlere ilişkin bilgi vermiş olan Takîyüddîn, trigonometrik fonksiyonların kesirlerini, ilk defa ondalık kesirlerle göstermiş ve birer derecelik farklarla 1 dereceden 90 dereceye kadar hesaplanmış sinüs ve tanjant tabloları hazırlamıştır. O dönemde, trigonometrik hesaplamalarda logaritma

16 İhsanoğlu ve diğerleri, *OALT*, s. 201.

tabloları veya hesap makineleri olmadığı için, ya bu cetveller ya da "trigonometrik çeyreklik" denilen basit bir araç kullanılmaktaydı. Böylece Batıda bunu ilk kullanan kimse olan Simon Stevin'den (1548-1620) önce Takîyüddîn tarafından ondalık kesirlerin bilindiği ve kullanıldığı açığa çıkmaktadır.[17]

Takîyüddîn'in aritmetik alanındaki çalışmaları da oldukça önemlidir. Kendisine özgü pratik bir rakam sistemi geliştirmiş ve çok eskiden beri kullanılmakta olana altmışlı kesirlerin yerine ondalık kesirleri kullanmaya başlamış, bunlarla dört işlemin nasıl yapılacağını örnekleriyle göstermiştir. Batıda, bu düzeye, yaklaşık on sene sonra yazılmış olan (1585) Simon Stevin'in eseri ile ulaşılabilmiştir. Ancak Takîyüddîn'in, tam sayılarla ondalık kesirleri birbirlerinden ayırmak için kesir simgesi (,) kullanmadığı ve ondalık kesir hanelerini sözel olarak ifade ettiği görülmektedir.[18] Takîyüddîn aynı zamanda cebirle de ilgilenmiş ve ikinci derece denklemlerinin çözümünde aritmetiksel yolu izlemiştir.[19]

Astronomların hesap yaparken en çok başvurdukları şey, eskiden kiriş, daha sonra da sinüs cetvelleri olmuştur. Ana kirişler adı verilen bazı yayların kirişlerini hesaplamak kolaydır. Bazılarının hesaplanması ise uzun işlemlere bağlıdır. Bunlar için özel ve çeşitli teoremler bulunmuştur. Ancak bütün çalışmalara rağmen kiriş 1° tam olarak hesaplanamamıştır.[20] İslâm dünyasında kirişlerin yanı sıra kullanılmaya başlanan sinüsler için de aynı durum söz konusu olmuş, bu kez sinüs 1°nin tam olarak hesaplanması olanaklı olmamıştır. Takîyüddîn, Batıda uzun süre dikkat çekilmeyen bir konu olarak kalan sinüs 1° konusunda da çalışmıştır. *Sidre el-Müntehâ el-Efkâr* adlı eserinde kiriş ve sinüs konusuna değinerek şunları ileri sürmüştür:

> "Bu metotlar yani bir kirişin yayının tamamının kirişi, bilinen iki kirişin yaylarının farkının kirişi, bir kirişin yayının iki katının kirişi, bir kirişin yayının yarısının kirişi, gerektiği şekilde ortaya konulunca pek çok yayların kirişlerinin elde edilmesi mümkün olur. İki derecenin kirişinin bilgisine gelince, eskiler ona ulaşacak bir yol bulamayınca çizime dayanan, yaklaşık ve anlatılmasına gerek olmayan metotlara geri döndüler. Merhum Sultan Uluğ Bey'e gelince, o, bir derecenin

17 Demir, a.g.e., s. 60-62.

18 Demir, a.g.e., s. 64-69.

19 Melek Dosay, "Takîyüddîn'in Cebir Risalesi", *Belleten*, Cilt 61, Sayı 231, Türk Tarih Kurumu, Ankara 1997, s. 301-319.

20 Sevim Tekeli, "Takîyüddîn'de Kiriş 2° ve Sin 1°nin Hesabı", *Araştırma*, Sayı 3, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Ankara 1965, s. 123.

> sinüsünü elde etmek hususunda bize bir ilham geldi demiş ve bu konuya dair gayet kıymetli bir risale kaleme almıştır. Orada matematik kaidelerine bağlı geometrik kanıtlamalarla, bir derecenin sinüsü ve iki derecenin kirişinin üç yolla çıkarılışını açıkladı." [21]

Bu belirlemesinden sonra geometri yoluyla sinüs 1 dereceyi, Sin $1^{o} = 1^{p}$ 2' 49" 43"' 11"" 14"'" 44"'" 16"'" olarak hesaplamıştır. Takîyüddîn'in konuyla ilgili yapmış olduğu bu hesaplama trigonometri tarihine bir katkı niteliğindedir.[22]

Takîyüddîn'in dikkat çeken bir diğer kitabı da *el-Turuk el-Seniyye fî el-Âlâti el-Ruhaniyye*'dir (Otomatların Yapımı Üzerine Gelişmiş Yöntemler). Adından da anlaşıldığı üzere otomatlar konusunda kaleme alınmış olan bu kitabı onun astronomi, trigonometri ve matematik dışında denge, boşluk, hava ve su gücüyle çalışan kontrol sistemlerine dayalı araçların yapımıyla da ilgilendiğini göstermektedir. Bu kitabında yer alan araçların karmaşıklığı onun aynı zamanda yetenekli bir teknisyen olduğunun kanıtı niteliğindedir. Bu alanın tartışmasız öncüsü olan el-Cezerî'nin (13. yüzyıl) *Olağanüstü Mekanik Araçların Yapımı Üzerin Yararlı Bilgiler ve Uygulamaları Üzerine Kitap* adlı kitabı tarzında kaleme aldığı bu çalışmasında yer alan mekanik araçlar mühendislik yönünün de olduğunu göstermektedir. Bu kitabında mekanik saatler, göllerden, ırmaklardan ve kuyulardan suları yukarı çıkarmak için çeşitli mekanik araçlar tasarlamış ve bunları ayrıntılarıyla tasvir etmiştir.[23]

Takîyüddîn'in 1556'da yazdığı, cep, duvar ve masa saatlerinin yanında astronomi çalışmalarında kullanılmak üzere geliştirdiği gözlem saatlerini anlattığı *Mekanik Saat Yapımı*[24] adlı kitabı, Batı dünyası da dâhil, bu yüzyılda bu konuda kaleme alınmış en kapsamlı kitaptır. Gözlem kayıtlarının dakikliğini sağlamak için gözlem araçlarından başka, dakik saatlere de ihtiyaç vardır. Takîyüddîn

21 Tekeli, a.g.m., s. 124-127.

22 Sevim Tekeli, "Onaltıncı Yüzyıl Trigonometri Çalışmaları Üzerine Bir Araştırma, Copernicus ve Takîyüddîn", *Erdem*, Cilt 2, Sayı 4, Atatürk Kültür Merkezi, Ankara 1986, s. 219-247.

23 Atilla Bir, Mustafa Kaçar, "İslam Medeniyetinde Hiyel Geleneği ve Takiyüddin Rasıd'ın Et-Turuku's-Senniyye fi Alatu'r-Ruhaniyye Adlı Eseri", 420. Ölüm Yıldönümünde Takiyüddin Rasıd, *Notlar 7*, Türkiye Araştırmaları Merkezi, İstanbul 2007, s. 27-37; Yavuz Unat, "Türk Teknoloji Tarihinden İki Örnek: Cezerî ve Takiyüddîn", I. Türk Bilim ve Teknoloji Tarihi Kongresi Bildirileri (15-17 Kasım 2001), *Türk Teknoloji Tarihi*, Yayına Hazırlayanlar: Emre Dölen, Mustafa Kaçar, İstanbul 2003, s. 75-94; Hüseyin Gazi Topdemir, "El-Cezerî Sonrası İslâm Dünyası'nda Hiyel Geleneği", *Karanlık Gösterilen Aydınlık Çağ, Uluslararası El-Cezerî Sempozyumu*, Mardin Artuklu Üniversitesi Kültür Yayınları, İstanbul 2016, s.165-199.

24 Bu kitabın tam adı *Mekanik Saat Yapımına Dair En Parlak Yıldızlar*'dır.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

bu hususu dikkate alarak gözlemevinde bir gözlem aracı olarak saate de yer vermiştir. Saatin kullanılmasıyla Ayın safhaları, haftanın günleri, Güneşin ekliptikteki yeri, Ay ile Güneşin birbirlerine göre konumları, bazı sabit yıldızların asansiyonları, azimutları, yükseklikleri, şafak, fecir ve namaz vakitlerinin bilinmesi kolaylaştı. *Bengâm-ı rasadi* olarak adlandırılan gözlem saati *Âlât-ı Rasadiye li Zîc-i Şehinşâhiye* adlı eserde dokuzuncu araç olarak sıralanmıştır. Zamanı dakik olarak ölçebilmenin gözlemde sağladığı başarıdan ve bu konuda ünlü astronom Batlamyus'un başarısız olduğundan söz edildikten sonra, Takîyüddîn'in gözlem saatini düzenlemekle Batlamyus'un elde edemediğini başardığı belirtilmektedir.[25] Takîyüddîn de *Sidre el-Müntehâ el-Efkâr*'ın gözlem araçları bölümünde bu konuya değinmekte ve Batlamyus'un dakika bir tarafa dakiklikte dereceye bile ulaşmak için bir yöntem bulamadığından ve bundan dolayı dakiklikten kaçındığını ileri sürmektedir.[26] Anlaşıldığı kadarıyla, Takîyüddîn dakik olarak dakika ve saniyeyi belirlemek için mekanik bir saat icat etmiştir.

Takîyüddîn'in başarılı çalışmalar sergilediği bir diğer alan da optiktir. Bu alanda kaleme aldığı *Kitâbu Nûri Hadakati el-Ebsâr ve Nûri Hadîkati el-Enzâr* adlı çalışmasında ışık ve görme konularını hem deneysel hem de geometri aracılığıyla ayrıntılı olarak irdelemiştir.

Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences

d. *Kitâbu Nûr*'un Nüshaları

Takîyüddîn'in *Kitâbu Nûri Hadakati el-Ebsâr ve Nûri Hadîkati el-Enzâr* adlı eserinin bilinen dört nüshasını inceleyebildim. Nüshaların tanıtımını vermeden önce kitabın başlığının çevirisiyle ilgili birkaç hususa değinmekte yarar vardır. Eklenen Şekiller 2'de görüldüğü üzere, Oxford nüshasında kitabın başlığında yer alan *Hakikat* sözcüğü karalanmıştır. Laleli nüshasında ise *Hadika* sözcüğü *Hakikat* olarak yazılmıştır ve herhangi bir düzeltme bulunmamaktadır. Kahire nüshasında ise yukarıdaki başlığa *li-Hâtime el-Hükemâ ve Emîr el-Rüesâ* sözcükleri eklenmiştir. Bu belirlemeler ışığında, Oxford nüshasının başlığını *Gözbebeğinin Işığı ve Bakış Bahçesinin Çiçeği* olarak çevirmek gerekirken, Laleli nüshasının başlığını ise *Göz Bahçesinin Çiçeği ve Bakışın Gerçek Işığı* biçiminde çevirmek en uygunu olmaktadır. Buna karşılık Kahire nüshasının başlığını ise *Gözbebeğinin ve*

25 Mustafa Kaçar, M. Şinasi Acar, Atilla Bir, *XVI. Yüzyıl Osmanlı Astronomu Takiyüddin'in Gözlem Araçları*, Türkiye İş Bankası Yayınları, İstanbul 2011, s. 48-49.

26 Sevim Tekeli, "Takiyüddin'in Sidret ül-Müntehâ'sında Aletler Bahsi", *Belleten,* Cilt 25, Türk Tarih Kurumu, Ankara 1961, s. 226.

Bakış Bahçesinin Işığı biçiminde çevirmek gerekmektedir. Bütün bu açıklamalar söz konusu edildiğinde ve kitabın konusu, içerdiği problemler (ışığın kaynağı, doğası ve görmenin nasıl oluştuğu) vb. dikkate alındığında, *Işığın Niteliği ve Görmenin Oluşumu* başlığının yerinde olacağına karar verdim.



Sırasıyla Oxford, Laleli ve Kahire nüshalarının başlıkları
Eklenen Şekiller 2: Kitâbu Nûr'un Başlıkları

Nüshalarının tanıtımına gelince, bunlardan biri İstanbul'da Süleymaniye Kütüphanesi, Laleli 2558 numarada kayıtlıdır. Bu nüsha 18 x 24 cm boyutlarında olup, 72 varaktır. Her varak 27 satırdan oluşmaktadır. Üzerinde "Haze vakafe Sultanu'z-zaman el-Gazi Sultan Selim Han ibn el-Sultan Mustafa Han afu anhuma er-Rahman 1217" (Vakafe Zamanın Sultanı Gazi Sultan Selim Han İbn Sultan Mustafa Han, Allah'ın Rahmanı üzerine olsun, 1874), ibaresini taşıyan bir vakıf mührü vardır. Eserin Giriş bölümünde bu nüshanın el-Kerîm İbn el-Kerîm İbn el-Kerîm Molla Çelebî Efendi Abdülkerîm'e sunulduğu belirtilmektedir. Eseri istinsah eden belli değildir. Bu nüshanın 1a, 23b, 54b ve 72b varakların da ise yukarıda açıklaması verilen vakıf mührü bulunmaktadır. 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. Yazmanın cildi sonradan tamir görmüştür.

Diğer nüsha Oxford, Bodleian Kütüphanesi'nde Marsh 119 numarada kayıtlıdır. Bu yazma 25,9 x 17,4 cm 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 oldukça düzgün, okunaklı ve nesih tarzında yazılmıştır. Giriş bölümünde bu nüshanın III. Murad'a sunulduğu belirtilmiştir.

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

Son sayfanın son paragrafında ise Takîyüddîn'in uzun künyesi verilmiştir. Yine bu kısımda Takîyüddîn'in imzası bulunmaktadır.[27] Bundan dolayı bu nüshanın Takîyüddîn'in kendi otografi 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 İbn Ebû el-Hasan el-Hebdeği (Heydiği) adlı bir kimse tarafından kitabı öven bir paragraf yazılmıştır. Burada bu övgünün 983 yılının mübarek Şevval ayının 24. günü tamamlandığı belirtilmektedir. Bu notta kitabın çok mükemmel olduğu belirtilmekte ve hatta onu Platon, Aristoteles ve Eukleides görselerdi şaşırırlardı denilmektedir.

Üçüncü nüsha ise yine Süleymaniye Kütüphanesi, Mehmet Nuri Efendi kataloğunda 163/3'te kayıtlı bir derlemenin içinde yer almaktadır. Bu nüsha yukarıda tanıtımı verilen Laleli nüshasından ve 1315/1897 tarihinde kopya edilmiştir. Bu bakımdan özelliği olan bir nüsha değildir. Buna karşın, söz konusu nüshada, bütün çizimlerin metnin en sonuna taşınmış olması nedeniyle metinde yer alan anlatımla şekil arasında bağ kurmak oldukça zorlaştırılmıştır. Bu nüshada karşılaşılan bir diğer zorluk da son derece ince bir kâğıt kullanılmasıdır.

Dördüncü nüsha ise Kahire'deki Daru'l-Kütûb kütüphanesinde, Riyaza bölümü 892 numarada kayıtlı bulunmaktadır. Yazma 17 x 27 cm boyutlarında olup, toplam 52 varaktır. Okunaklı nesih tarzında yazılmış olan nüshadaki bütün çizimlerde kırmızı mürekkep kullanılmıştır. Benzer şekilde önemli başlıklar ve dikkat çekilmek istenen kavramlar da yine kırmızı mürekkeple yazılmıştır. Bodleian nüshasıyla çok büyük benzerlik taşımaktadır. Ancak Bodleian nüshasında yer alan ve yukarıda ayrıntılı olarak açıklaması yapılan Takîyüddîn'in uzun künyesinin verildiği son paragraf yer almamaktadır. İç kapak sayfasına daha sonra kırmızı mürekkeple karalamalar yapılmıştır. Bu sayfada *Kitâbu Nûri Hadakati el-Ebsâr ve Nûri Hadîkati el-Enzâr li-Hâtime el-Hükemâ ve Emîr el-Rüesâ* (*Reislerin Emiri ve Doğa Filozoflarının Sonuncusunun Gözbebeğinin ve Bakış Bahçesinin Işığı Adlı Kitabı*) ibaresi yer almaktadır. Kitabın son sayfasına ise sonradan üç farklı boyutta talik hattıyla üç kez "men lem yestahak el-itaf yükremu men hakk lehu feinnehal (feinnehad)", "kim ki iyiliği hak etmediği halde kendisine haksız yere iyilik bahşedilirse haksızlık olur veya iyiliği hak etmeyen birine iyilik yapmak haksızlıktır" ifadesi yazılmıştır.

27 Bkz. Eklenen Şekiller 1.



Eklenen Şekiller 3: Kitâbu Nûr'un Kahire Nüshasının Giriş Sayfası

e. *Kitâbu Nûr*'un Analizi

Takîyüddîn'in üç bölüm (mirsad, gözlem) halinde düzenleyerek kaleme aldığı *Kitâbu Nûr*'un içeriği şöyledir.

A. Birinci Mirsad, Doğrudan Görme

Doğrudan görme, gözlemci ve nesnenin aynı düzlemde bulunduğu ve aralarında herhangi bir engelin bulunmadığı durumda ortaya çıkan görmedir. Bu tür görmeye ilişkin optik dalının incelemek zorunda olduğu üç temel problemi vardır: Görmeyi sağlayan ışığın kaynağı, gözün yapısı ve ışığın doğası.

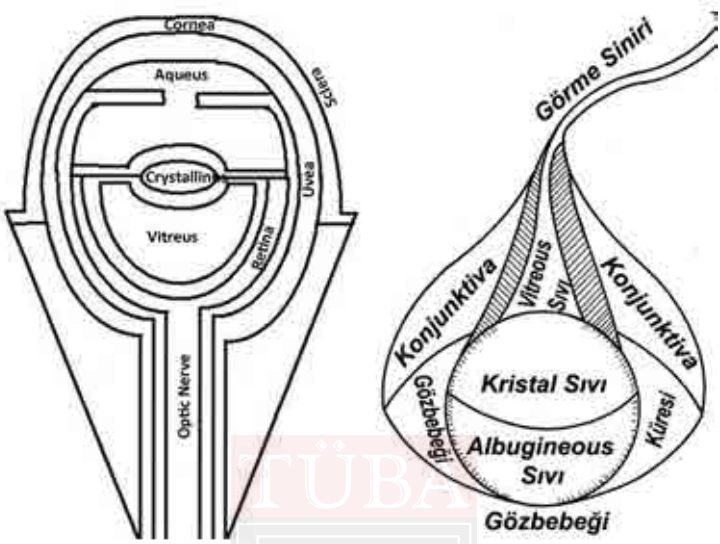
a. Işığın Kaynağı Problemi

Takîyüddîn, geleneksel olarak uzun yıllar etkili olan ve ışığın kaynağının göz olduğunu savunan yanlış kabulün aksine, göz değil nesne olduğunu savunmakta ve görmeye de nesneden çıkan ışığın neden olduğunu ileri sürmektedir. Görüşlerini deneyle doğrulamayı değişmez bir kural haline getirmiş olan Takîyüddîn, gündelik hayatta sıklıkla karşılaşılan parlak bir renge veya ışığa bakıldığında gözde oluşan kamaşma durumunu analiz etmekle işe başlamaktadır. Ona göre göz çok parlak bir ışığa, örneğin Güneşe ya da yansıyan kuvvetli bir ışığa baktığında acı duyduğuna göre, ışık dışarıdan geliyor olmalıdır. Benzer şekilde göz ışıkla aydınlatılmış koyu yeşil ya da parlak sarı bir renge uzun süre dikkatlice bakıp, daha sonra bakışını başka bir yere çevirirse, o rengi bir süre için daha orada algılamaktadır. Öyleyse renk de göze etki etmektedir. Mademki ışık ve renk göze etki etmektedir, o halde her ikisi de dışarıdan gelmektedir. Başka bir deyişle göz kesinlikle ışık kaynağı değildir. Ona göre *gözün baktığı nesnede algıladığı suret, bakılan nesne, göz ve bu ikisi arasındaki ortamda bulunan havadaki parlak ışıktan [bu ışığın nesneyi aydınlatmasından] dolayıdır*.[28]

Takîyüddîn, ışığın kaynağının göz olamayacağını sadece gözlemle ve düzenlediği ayrıntılı deneylerle değil, aynı zamanda mantıksal örgüsü çok iyi kavramlaştırılmış ve kurgulanmış düşünce deneyleriyle de göstermeye çalışmıştır.

> "Görme gözden çıkan bir şeyle olursa, o zaman böyle bir varsayımdan, zorunlu olarak şu sonucun çıkacağını kabul etmek gerekir: Gökyüzüne baktığımızı

28 *Kitâbu Nûr*, Oxford varak no, 11b, Süleymaniye varak no, 10a.



Eklenen Şekiller 4: Kepler'in (solda) ve Takîyüddîn'in Göz Şemaları

> düşünelim. Bu durumda gözümüzden evrenin yarısına yakın bir kısmını dolduracak kadar madde çıkıyor, buna karşılık gözden de hiçbir eksilme olmuyor demektir. Dahası göz kapatıldığında ise çıkan madde ortadan kalkıyor ya da bakışın olduğu taraftaki yerine [yani göze] geri dönüyor. Gökyüzüne bakma esnasında, sabit yıldızları içine alacak bir daire çizildiğinde, gözden çıkan bu maddenin, bu mesafe boyunca hareket ederek, bir dakikalık bir zaman 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 kesin bir bilgiyle kanıtlanmış da değildir. Aksine … saf bir zandır…."[29]

Şu halde görmenin gerçekleşmesi esnasında göz dışarıdan gelen duyu verisinin alıcısı durumundadır.

b. Gözün Yapısı

Kitâbu Nûr'un dördüncü bölümünü tamamen gözün yapısına ayırmış olan Takîyüddîn, kendisinden önce göz anatomisi konusunda ortaya konulan bil-

29 *Kitâbu Nûr*, Oxford varak no, 14b, Süleymaniye varak no, 12a-b.

gilerin çok özlü bir anlatımını verdikten sonra, kendisinin göz şemasını anlatır. Verdiği şemadan ve anlatımdan 16. yüzyılda Doğuda ve Batıda gözün yapısı hakkında bilinenlerle tamamen uygunluk gösterdiği anlaşılmaktadır.

Takîyüddîn'e göre, beynin önünde yer alan göz, tabakalardan, zarlardan ve beynin ön kısmının iki tarafına konuşlanmış eş iki görme sinirinden oluşur. Sinirlerin her biri beyin zarından oluşmuş birer tabakadır ve gözün girişinde görünen kısımla son bulurlar. Sonra bu ikisi birleşir ve tek bir görme siniri oluştururlar. Daha sonra bu sinir eşdeğer iki görme sinirine ayrılır ve bunlardan her biri birer göz çukuruna doğru uzarlar ve huni şeklinde göz çukurunu doldururlar. İç kısmı gökkuşağı gibi rengârenktir ve bundan dolayı gökkuşağı adı verilmiştir. Göz küresi bu noktada bütünüyle bir küre oluşturur ve sinirlerle birleşmiş durumdadır. İki gözün her biri yedi kısımdan oluşur.

Tamamen doğru olan bu anlatımdan sonra, Takîyüddîn iki gözü oluşturan yedi tabakanın her birinin tasvirini yapar. Böylece gözün anatomisini özlü bir biçimde verdikten sonra, neden ayrıntıya girmediğini ise şu sözlerle açıklar:

> "…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 atalet korkusundan dolayı daha fazla ayrıntıya girmedik".[30]

Gerçekten de, onun burada ayrıntı vermemiş olması bir eksiklik değildir. Çünkü amacı gözün yapısını incelemek değil, 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 günümüz bilgisi karşısında ne ölçüde anlamlı olduğunu tartışmamıza yetecek ölçüde bir bilgi aktarımını bize verip vermediğidir. Bu anlamda konuya yaklaştığımızda, verilenlerin bu karşılattırma için yeterli olduğunu görmekteyiz ki, bu da bizim için yeterlidir. Nitekim onun aktardığı bilgileri,

30 *Kitâbu Nûr*, Oxford varak no, 12b; Süleymaniye varak no, 10b-11a.

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

yaklaşık aynı dönemde Batıda yapılan konuyla ilgili çalışmalarla karşılaştırdığımızda, koşutluk taşıdığı görülmektedir. Bu karşılaştırma için ideal kişi John Kepler'dir. Çünkü Kepler hem bu dönem optiğinin en önemli kişisidir; hem de genel olarak optiğin modern döneminin başlangıcında yer aldığı kabul edilmektedir.[31]

Kepler'in göz anatomisi ve görmeye ilişkin düşüncelerini sergilediği eseri *Ad Vitellionem Paralipomena*'dır. Bu eserinin beşinci bölümünde Kepler, gözün değişik kesitlerinden örneklerin yanında, bir de şematik olarak göz tabakalarını gösteren bir çizim vermiştir.[32]

Burada görünen odur ki, Kepler'in verdiği göz şeması Takîyüddîn'in verdiği göz şemasıyla büyük ölçüde benzeşmektedir. Bu da göstermektedir ki, 16. yüzyılda gözün yapısı hakkında Takîyüddîn'in sahip olduğu bilgiler, kendisinden yaklaşık bir yüzyıl sonra yaşamış olan Kepler'in sahip olduklarıyla eşdeğerdir. Öte yandan, Takîyüddîn'in verdiği bilgilerin günümüzün göz anatomisi bilgileriyle koşutluk taşıdığını da söylemekte yarar vardır. Bunun nedeni de kuşkusuz ki Takîyüddîn'den önce İslam dünyasında İbn Sînâ gibi büyük bir tıp bilginin yaşamış olmasıdır.

Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

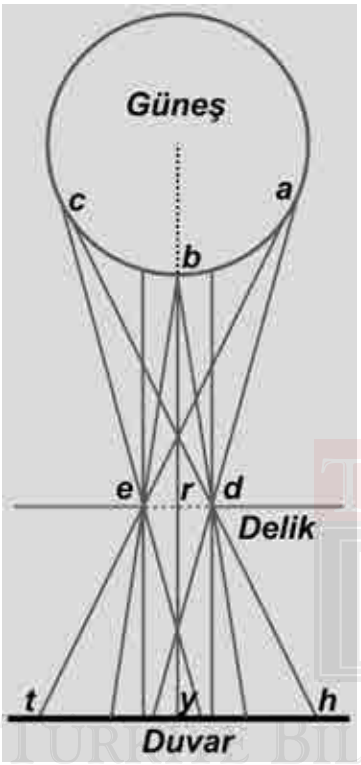
c. Işığın Doğası ve Yayılımının Özellikleri

Optik tarihinin en çetrefilli konularından biri olan ışığın doğası hakkında zıt görüşler ileri sürülmüştür. Takîyüddîn de konunun bu karmaşık yapısını fark ettiğinden onu kuramsal, deneysel ve geometrik çizim yoluyla ayrıntılandırarak tartışma yoluna gitmiştir. Ona göre, 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 çizimle (geometrikleştirmek) somutlaştırmak olanaklı değildir.

Modern dönem bilgileri bağlamında ışığın doğasını ele aldığı anlaşılan Takîyüddîn'in bu açıklamalarında yer alan belirlemelerde öngörüldüğü 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 çizim kullanılmadan olanaklı olmaz.

31 A. Wolf, *History of Science, Technology and Philosophy in the 16th and 17th Centuries*, 1, Mass., 1968, s. 244.

32 John Kepler, *Ad Vitellionem Paralipomena*, Gesammelte Werke, Cilt 2, München 1938, s. 159



Eklenen Şekiller 5: Küresel Yayılım

Öte yandan burada anlatımını sunduğumuz bu bilgilerin Kepler tarafından da benzer şekilde dile getirildiğini görmekteyiz. Kepler, Batıda ışık kavramını geliştirme ve aydınlık bir yüzey ya da dalga sınırıyla [dalga yüzeyi] bir ışın arasındaki ilişkiyi fark etme yolunda ilk önemli adımı atan kimsedir. Kepler'in aydınlık yüzey ya da dalga sınırı kavramı bununla birlikte tam anlamıyla bir dalga sınırı olarak pek adlandırılamaz. Çünkü Kepler ışığı kaynağından küresel olarak çıkan bir güç olarak anlamıştır. Merkezi, yarıçapı ve yüzeyiyle birlikte bu küresel yüzey en yüksek yetkinlik ve tüm şekillerin en yetkinidir. Sonsuz bir hızla genişleyen aydınlık yüzey maddesel değildir; fakat geometrik boyutlar varsayan ve geometrik bir madde olarak görülebilecek bir tür maddeye sahiptir.[33] Bu kabulleri ise, Takîyüddîn'de olduğu gibi, Kepler'e de ışığı matematiksel olarak ele alma olanağı vermiştir.

Işığın yayılımına ve doğasına yönelik bu kurgusal anlatımın devamında Takîyüddîn bu kez kendisi ışık kaynağı olan bir nesnenin ışığının yayılımının ne şekilde olacağını incelemeye başlamıştır. Ona göre kendinden ışıklı her nesnenin ışığı karşısındaki her bir nesneye doğru bir anda yayılır. Takîyüddîn'in burada ışığın, kaynağından ansal olarak yayıldığını belirtmesi, ilk anda onun ışığın hızının sonsuz olduğunu kabul ettiği izlenimi yaratmaktadır. Oysa an sözcüğü çok kısa bir zaman kesitini belirtmektedir ve Arapçada 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.

33 Alan E. Shapiro, "Kinematics Optics; a Study of the Wave Theory of Light in the Seventeenth Century", *Archive for History of Exact Sciences*, Sayı 11, 1973, s. 141.

Buna karşılık 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[34] söylemektedir ki, bu yönüyle Kepler'in modern ifadeden uzaklaşmış olduğunu belirtmek gerekmektedir.

Takîyüddîn'in bu konuyla ilgili açıklamalarından üzerinde durmamızı gerektiren bir diğeri de ışıkların hava gibi ideal saydam ortamda doğrusal olarak yayıldığını belirtmesidir. Bu düşüncesinin doğruluğunu göstermek için Takîyüddîn, bir duvarında küçük bir delik bulunan karanlık bir odaya bu delik aracılığıyla ışık göndermiş ve ışın çizgilerinin görünür hale gelmesini sağlamak için de, odadaki havayı toz ya da dumanla bulanıklaştırmıştır. Daha sonra yayılım yönüne bir ip ya da cetvel koyarak ışınların doğrusal olarak yayıldığını göstermiştir. Son derece yalın o ölçüde de ikna edici ve doğrulayıcı bir deney olduğunu söylemek gerekir. Çünkü aynı konuyu irdelemek, yani ışığın doğrusal yayılımını göstermek için Kepler de benzer bir deney düzenlemiştir. Şöyle ki, Kepler de öncelikle bir karanlık oda alıyor ve delikten giren ışığın yolunu belirlemek için ışık ışınları boyunca uzayan bir ip geriyor. Karşı duvara bir perde yerleştiriyor ve bu ikisi arasına da bir kitap koyuyor. İpi gerdiğinde, deliğin bir ucundan başlayan ipin diğer ucunun da kitabın o köşesinde son bulduğunu görüyor.[35] Demek ki ışınlar doğrusal yayılmaktadır.

Takîyüddîn ışığın doğasına yönelik açıklamalarını tamamladıktan sonra, bugün fotometri adı verilen ışık yeğinliğinin (şiddet) ölçümünün yapıldığı optik dalını ilgilendiren problemlere girişmiş ve ayrıntılı deneylerle görüşlerini doğrulamaya çalışmıştır. Bu çalışmaları ışığın yayılımına yönelik yeni bir yaklaşıma ulaşmasına yol açmıştır. Fotometriye ilişkin açıklamalarının devamında, ışıklı bir nesnenin bütünündeki yayılımın parçadaki yayılımından daha kuvvetli olacağını vurgulayan Takîyüddîn, ışığın ışıklı nesnelerden doğrusal çizgilerde ancak küresel olarak yayıldığını belirten savını ileri sürmüştür:

> 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

34 Shapiro, s. 141; Wolf, s. 245

35 Wolf, s. 246.

> olsaydı, bazıları **kesişecek**, bazıları **paralel** olacak ve bazıları da birbirinden **uzaklaşacak**tı.[36]

Bu ifadelerden açıkça ışığın, ışıklı nesnenin her noktasından ve küresel olarak yayıldığının benimsendiği anlaşılmaktadır ki, bu oldukça önemlidir. 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 nedeniyle ortaya koyan bilim insanı yoktur.

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

Bu son ifadenin daha belirgin bir nitelik kazanması için, küresel yayılım fikrini ilk ileri süren Huygens'in düşüncelerine de kısaca göz atmak yararlı olacaktır. Huygens'e göre, noktasal bir kaynaktan çıkan bir dalganın, herhangi bir anda ulaştığı konumda, yani dalga sınırında[37] o konumdaki parçacıkların her biri derhal küresel dalgacıklar yayarlar. Başka bir deyişle bir dalga sınırı üzerindeki her nokta elementer bir başka dalganın merkezini oluşturur.[38] Bu açıklamaya dikkatle baktığımızda, Takîyüddîn'in görüşüyle büyük bir benzerlik içerdiğini görmek mümkündür. Çünkü eğer ışık kaynağı Huygens tarafından bir nokta kaynak değil de, bir nesne olarak düşünülseydi, o zaman tıpkı Takîyüddîn'de olduğu gibi, bu nesnenin her bir noktasından küresel ışınlar çıkacaktı. Yani eğer kütlenin kendisini değil de üzerindeki bir nokta göz önüne alınmış olsaydı bu durumda, tıpkı Huygens'de olduğu gibi o noktadan bir ışık dalgası ya da küresi çıkmış olacaktı. Böylece her iki bilim insanının anlatımlarının benzer olduğu

36 *Kitâbu Nûr*, Oxford varak no, 7a-b; Süleymaniye varak no, 6a-b.

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

38 Cristiaan Huygens, *Treatise on Light*, İngilizceye Çeviren: Silvanus P. Thompson, Great Books of the Western World, Robert Maynard Hutchines, (ed.), University of Chicago Press, 1952, s. 561-562.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tba.gov.tr

anlaşılmaktadır. Ancak, Takîyüddîn'e oranla doğal olarak, Huygens'deki bilgi birikiminin daha fazla olduğunu ve açıklamalarının da o oranda ayrıntı kazandığını da belirtmek gerekmektedir. Örneğin Takîyüddîn'de bir dalga sınırı kavramına açıkça rastlayamamaktayız. Aynı şekilde belirli bir zamanda, belirli bir uzaklığa ulaşan dalga sınırındaki her bir noktanın da ikincil dalgacıklar yayacağı düşüncesi de Takîyüddîn'de yer almamaktadır.

Takîyüddîn, anlatımının doğruluğunu göstermek için ikinci bir deney daha düzenler: Üzerinde delik bulunan bir levhayı, silindir şeklinde bir borunun ağzına, delik kısmı borunun ağzıyla örtüşecek şekilde lehimler. Levhanın bulunduğu yönde büyük bir ateş yakar ve borunun diğer ucunda sızan alev ışığının düştüğü yeri gözlemler. Bu durumda ateşten çıkan uzantıların borunun ağzının tam karşısında ve doğrusal hatlarda olduğu ve oluşan aydınlık kısmın büyüklüğünün de borunun ağzının çapı kadar olduğunu görür. Aynı şekilde, alevi küresel ve boruyu da bu kürenin dış çizgileri doğrultusunda hareket ettirdiğimizi varsayarak, sonuç yine aynı olur. Bu da ışığın küresel olarak yayıldığının, ışığın hem ışıklı nesnenin tümünden hem de kısımlarının her birinden yayıldığının kanıtıdır.[39]

Bu son cümle söylenecek fazla şey bırakmamaktadır. Ayrıca, bu tür bir yaklaşımın Takîyüddîn tarafından ilk kez ortaya konulduğu da yine Takîyüddîn'in kendisi tarafından belirtilmekte ve "Bilinmelidir ki, bilim insanları Gölge ve Karanlık[40] adıyla, konuya özgün makaleler yazmışlardır. Ancak onlar yani deliği gölgesi duvar 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.[41]

Işık ve renk arasındaki bağıntıyı çok açık olarak kavrayan Takîyüddîn doğal olarak bu bölümü sona erdirmeden, rengin oluşumu ve ışık arasındaki ilişkiyi tartışmıştır. Ona göre, renklerin ortaya çıkabilmesi için ışıkların varlığı şarttır.

39 *Kitâbu Nûr*, Oxford varak no, 7b; Süleymaniye varak no, 6b-7a.

40 İslâm dünyasında, bazı bilim insanları, ışık ışınlarının doğrusal olarak yayıldığını gösterebilmek için gölgelerden yararlanma yoluna gitmişlerdir. Bu bilim insanlarından biri el-Kindî, diğeri de ve İbn el-Heysem'dir. Özellikle İbn el-Heysem Gölge ve Karanlık, Gölgelerin Nitelikleri gibi makaleler kaleme almıştır. Bkz. Heinrich Suter, *Die Matematiker und Astronomen der Araber und Ihre Werke*, Leipzig, 1900, s. 91-95; Max von Krause, *Stambuler Handschriften Islamischer Mathematiker*, Eingegangen, 1935, s. 474-479; A. I. Sabra, Ibn al-Haytham, *Dictionary of Scientific Biography*, 6, New York, 1972, s. 206. El-Kindî'nin gölgelerle ilgili çalışması için bkz. David C. Lindberg, *Theories Vision from Al Kindî to Kepler*, University of Chicago Press, Chicago 1976, s. 20.

41 *Kitâbu Nûr*, Oxford varak no, 8a; Süleymaniye varak no, 7a.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Başka bir deyişle ışık ortadan kalktığında renk de kalkar. Renkler ışığın kırılmaları ve yansımaları sonucu oluşurlar. Renklerin gerçekliğinin olmadığını söylemek için bu yeterlidir.

Takîyüddîn'den aktardığımız bu özlü anlatımda dikkatimizi çeken en önemli yön, rengin bizatihi bir varlığının olmadığının, aksine ışığa bağımlı olarak ortaya çıktığının ve renklerin de ışığın kırılması ve yansıması sonucu oluştuğunun belirtilmesidir. Bu belirleme gerçekte renk konusuna o döneme kadar getirilmiş olan en doğru yaklaşımın ilk ipuçlarını veriyor olması bakımından oldukça önemlidir. 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. Öyle ki onun için hâlâ renkler ışık ve karanlığın çeşitli derecelerde karışmaları, ya da beyaz ışığın değişimi sonucu oluşmaktaydı. Yani beyaz ışık zayıflayarak başka renklere dönüşmekteydi. Bu açıklama biçimi ise gerçekte Aristoteles'in renk kuramının basit bir anlatımından başka bir şey değildir.[42] Oysa Takîyüddîn'in açıklamalarında sürece kırılmanın katıldığı çok açıktır.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Birinci Mirsad'ın Değerlendirmesi

Yukarıdaki analizden şu hususları çıkarmak olanaklıdır:

1. Işığın kaynağı nesne, hedefi ise gözdür.
2. Göz yalnızca ışıklı ya da ışıklandırılmış nesneleri algılar.
3. Işıkla birlikte göze gelen suretler, aynı zamanda o nesnenin rengini de taşırlar.
4. Görme geometrik bir olgudur. Çünkü yayılan ışık tepesi kaynakta ve tabanı da gözde bulunan bir koni oluşturmaktadır.
5. Işık maddeseldir, ancak optik incelemede geometrik bir nesne olarak kabul edilebilir.
6. Işık ışınları küresel olarak yayılırlar ve yayılım doğrusal çizgiler boyunca olur.
7. Renk ışığa bağlıdır ve ışığın kırılması ve yansıması sonucu oluşurlar.

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

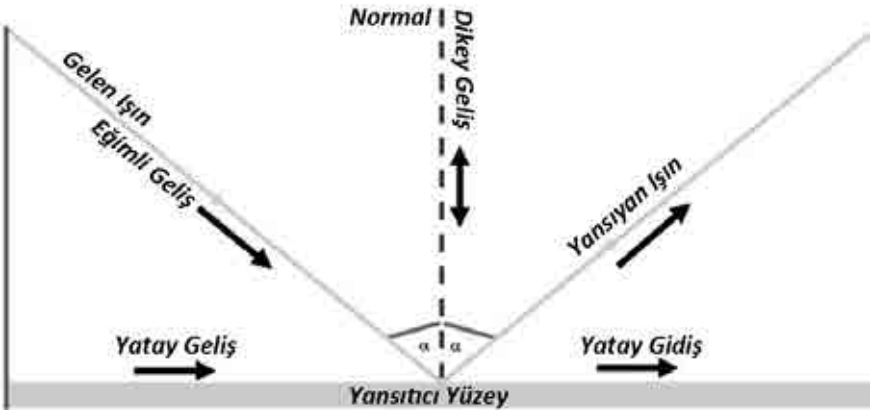
Birinci Mirsad'da sunulan bu savların tamamının ilk kez Takîyüddîn tarafından ileri sürülmediği, optik tarihi incelemelerinde açık olarak ortaya çıkmıştır. Işığın kaynağının nesne olduğu, ışıkla birlikte nesnenin renginin de göze taşındığı, ışığın koni biçiminde yayıldığı ve yayılımın küresel olduğu vb. hususlara doğru bir biçimde İbn el-Heysem (965-1040) tarafından dikkat çekilmişti. Dolayısıyla optiğin doğrudan görme konusunda birçok sorunun erken dönemlerde çözüldüğünü söylemek gerekmektedir. Bununla birlikte, özellikle ışığın yayılımı ve rengin doğası konusunda Takîyüddîn'in katkılarının önemli olduğunu da belirtmek yerinde olur. Çünkü her şeyden önce Takîyüddîn, kendisinden önce ışığın yayılımı ve renk konusunda birer sav olarak ileri sürülen düşünceleri ayrıntılandırmış ve bir sav olmaktan öteye taşıyarak kanıtlanmış bir bilgi haline dönüştürmüştür. Takîyüddîn'in ışık tasarımında, ışığın kaynağından çıkarak karşısındaki bütün yönlere doğru, doğrusal olarak yayıldığı düşüncesi sadece birincil ışıkların, yani kendisi ışık kaynağı olan nesnelerin yaydığı ışıklar için değil, doğrudan, yansıyarak ve kırılarak yayılan ışıklar ile aydınlatılmış nesnelerin yaydığı ilineksel ışıklar için de söz konusu edilmiş ve deneysel olarak kanıtlanmıştır.

Takîyüddîn'in renk konusundaki görüşleri de belirli bir derinlik taşımaktadır. Takîyüddîn'e göre, rengin oluşumu ışığa bağlıdır. Bunu şöyle yorumlamak olanaklıdır: Temel olan beyaz ışıktır. Renk ışığın kırılması ve yansıması sonucu oluşur. Renk konusunun Batı'da ilk kez, 18. yüzyılda Newton tarafından deneysel olarak irdelendiği göz önüne alınırsa, Takîyüddîn'in değerlendirmesinin oldukça erken bir döneme denk geldiği ve tarihsel bakımdan öncelik taşıdığı açığa çıkacaktır.

B. İkinci Mirsad, Yansımayla Oluşan Görme

Işığın aynalarda uğradığı değişimleri ve buna bağlı olarak ortaya çıkan görüntülerle, bu görüntülerin algılanmasında oluşan görme kusurlarının incelendiği yansıma optiği, optiğin, gelişmesini erken tamamlayan dallarından biridir. Nitekim Romalıların Sirakuza'yı kuşattıklarında, Arkhimedes'in (MÖ. 287-212) 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.[43]

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



Yansıma Kanunu: $\alpha=\alpha$
Eklenen Şekiller 6: Yansıma Kanununun Gösterimi

Yansıma optiğinin, gelişmesini erken tamamlaması nedeniyle, konuyla ilgili pek çok problem de İslam öncesi dönemde Antikçağda çözümlenebilmiş, örneğin yansımanın temel ilkeleri ve kanunları da bu dönemde formüle edilmiştir. İslam dünyasında konuyu ayrıntılı olarak ele alan İbn el-Heysem ise kendinden ışıklı ve ışıklandırılmış nesnelerin ışıklarının, yani birincil ve ikincil ışık kaynaklarının yaydığı ışıkların, düz, küresel, silindir ve konik aynalarda yansımasını deneysel olarak incelemiş ve geometrik olarak kanıtlamasını yapmıştır. Özellikle yansımanın nedensel analiziyle ilgili çalışması konuya yeni bir yaklaşım getirmesi bakımından önemlidir.

Yansıma kanunu, yansıma durumunda geliş ve yansıma açılarının eşit olduğunu belirtir. İşte İbn el-Heysem bu kanunun kanıtlamasını, önceki bilim insanlarının yaklaşımlarından farklı olarak ele almış, bugün için hızlar dörtgeni adı verilen ve gelen ve yansıyan ışına etki ettiği düşünülen kuvvetleri ya da bileşenleri göz önüne alan bir yöntem geliştirmiştir. Buna 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 yansıtır.[44]

İbn el-Heysem'e göre, yansıma durumunda üç temel hareket söz konusudur.

44 Vasco Ronchi, *The Nature of Light*, İngilizceye Çeviren: V. Barocas, Cambridge, Mass. 1970, s. 55; Edward Grant, *A Source Book in Medieval Science*, Harvard University Press, 1974, s. 418; A. I. Sabra, *Theories of Light from Descartes to Newton*, Oldbourne Press, London 1967, s. 72-73.

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 değişime uğramadan yoluna devam eder ve üçüncü durumda da geliş açısına eşit bir açıyla yansır.[45]

Böylece yansıma durumunda oluşan açıların neden eşit olduğunun gerekçesini veren İbn el-Heysem'e göre, ışık eşit açıyla yansımaktadır; çünkü eğik geliş hareketi ve aynanın direnci doğrudan doğruya zıt değillerdir ve böyle bir durumda düşme hareketi biri dik, diğeri de yüzeye paralel olan iki kısımdan oluşur. Ayna yüzeyi birincisini engellediği, diğerini engellemediği için açılar eşit kalır. Çünkü yansıyan hareket, yani tersine çevrilmiş dik kısım ve değişmeden kalan paralel kısmın bileşimi, bu iki hattın düzleminde olacaktır. Yani, Normal ile geliş açısına eşit bir açı yapacaktır.[46] İbn el-Heysem'in getirdiği bu kanıtlama biçimi o zaman için ilk kez gerçekleştiriliyor olması bakımından çok önemlidir.

Bu gelişme çizgisi üzerinde konuyu ele alan Takîyüddîn, kitabının ikinci kısmını parlak bir yüzey aracılığıyla doğrusal olmayan bir düzlemdeki nesnenin görünüşünün incelenmesine yani yansıma konusuna ayırmıştır. Konuya yazdığı giriş bölümünde yedi çeşit ayna olduğundan söz eden Takîyüddîn, düz, çukur küresel, tümsek küresel, çukur silindir, tümsek silindir, çukur konik ve tümsek konik aynalarda oluşan görüntüleri ele almıştır.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

a. Yansıyan Işığın Özellikleri

Parlak bir yüzeyden yansıyan ışığın özelliklerini ele aldığı bu bölümde Takîyüddîn 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 oluşturduğunu deneysel olarak göstermiştir. Düzenlenen deney doğrudan görmenin ışığın yayılımı ve özellikleri bölümünde söz konusu ettiği deneyin aynısıdır. Ancak burada üzerinde çalışılan ışık karanlık odaya bir delikten giren ışık değil, yansıyan ışıktır.

Konu doğrudan görmeye koşut olarak düzenlendiği için ışığa yönelik temel değerlendirmeler de paralellik taşımaktadır. Örneğin, doğrudan görmede söz

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

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

konusu olan ışığın rengi taşıması gibi, yansıyan ışığın da yansıtıcı nesnenin rengini taşıyacağı belirtilmektedir. Takîyüddîn 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 ve aydınlatılmış nesneden yayılan ışığın, ışık kaynağından yayılan ışıktan daha zayıf olması gibi, yansıyan ışığın ve rengin de asıllarından daha zayıf olacağı üzerinde durulmuştur. Burada bizim asıl üzerinde durmamız gereken bu zayıflamanın nedenlerine yönelik olarak Takîyüddîn'in yaptığı açıklamalardır. Takîyüddîn ilk olarak yansıtıcı yüzeyin yapısı üzerinde durmakta 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.

Tümsek aynaların aksine çukur aynalar ise ışığı bir noktaya odaklamaları dolayısıyla yoğunlaştırırlar ve bu nedenle bu tür aynalarda yansıyan ışık bazı durumlarda aslından daha parlak olabilmektedir. Takîyüddîn 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.

Tamamen ışık kaynağından yayılan ışığa benzer biçimde ele alınan bu bölümde 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 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.

b. Yansımanın Oluşumu ve Nitelikleri

Burada Takîyüddîn, öncelikle gelen ışın, yansıyan ışın ve Normal gibi, yansımanın temel kavramlarını tanımlamakla işe koyulmuş, kendinden ışıklı ya da ışık-

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

landırılmış bir nesneden bir ayna yüzeyine gelen ışın çizgisine gelen ışın; aynadan çıkan ve göze yansıyan ışın çizgisine de yansıyan ışın adı verildiğini belirtmiştir. Aynı şekilde, her ayna yüzeyinden 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 alana da yansıma kesiti adı verilir demektedir.[47] Tamamen doğru olan bu açıklamalarından sonra Takîyüddîn, bu kez yansımanın temel iki kuralının tanımını verir.

Normal ve gelen ışın arasındaki açı Normal ve yansıyan ışın arasındaki açıya eşittir. Bu ikisinin birbirine tamamen eşit olması zorunludur. Bu açıların her ikisi de yansıma kesiti ve gelen ışın ile yansıyan ışın çizgilerinden her birinin arasında bulunurlar.[48]

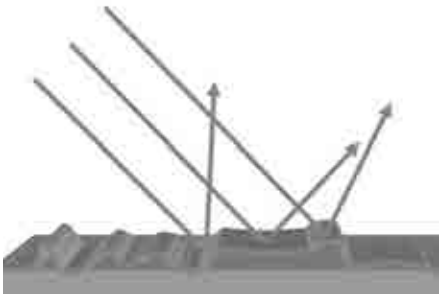
Her iki kuralı da tamamen doğru ve bugünkü anlamda tanımladığı anlaşılan Takîyüddîn, bu bölümün devamında bu iki kuralın doğruluğunu kanıtlamak için gerçekleştirdiği deneylerde kullandığı son derece ayrıntılı ve mükemmel olarak hazırladığı düzeneğin anlatımını vermiştir.

Bundan sonra Takîyüddîn, 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 belirtmiştir. Ayrıca eğer ayna çok iyi parlatılmış kusursuz yüzeye sahipse, yansımayla ortaya çıkacak görüntünün de o derece net olacağını, hatta böyle bir ayna göz eksenine dik bir konumda bulunduğunda ise görüntünün netliğinin daha da artacağını açıklamıştır.

Işığın yayılırken koni oluşturduğu konusu çok erken dönemlerde ve ayrıntısıyla tartışılmıştır. Ancak Takîyüddîn'in açıklamasının dikkat çeken yönü eğer ayna çok iyi parlatılmış kusursuz bir yüzeye sahipse, yansımayla 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 düzenli yansıttığı gibi, aynı zamanda çeşitli yönlere de dağıtırlar. Buna dağınık yansıma denmektedir. Biz nesneleri işte bu dağınık yansıma yardımıyla görür, yapılarını ve renklerini seçer, çevrelerinden ayırt ederiz. Ancak eğer söz

47 *Kitâbu Nûr*, Oxford varak no 26a-b; Süleymaniye varak no, 22b-23a.

48 *Kitâbu Nûr*, Oxford varak no, 26b; Süleymaniye varak no, 23a.



Eklenen Şekiller 7: Dağınık Yansıma

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 yansıması neden olur. Bu anlamda eğer yansıtıcı yüzey çok pürüzsüz ve ışığı soğurmayacak durumdaysa o zaman ortaya çıkacak görüntü de o denli belirgin olacaktır.[49] Takîyüddîn'in buna işaret etmiş olması önemlidir.

Bu bilgilerini desteklemek için Takîyüddîn aynı zamanda nesnelerin nitelikleriyle yansıtma kapasiteleri arasındaki ilişkiyi ele almış, ışıkların ancak parlak ve düzgün yüzeylerde yansıyacaklarını, katı, pürüzlü, kendine özgü rengi olan ve ıslak olmayan yüzeylerde ise yansımayacaklarını belirtmiştir. Bu kısımda Takîyüddîn, aynı zamanda yansıma kanununun kanıtlanmasında mekanik analojilerden yararlanma yoluna gitmiştir. Şunları belirtir:

> "Eğer, küçük bir top bir ayna yüzeyine dik olarak ve düz bir çizgi boyunca aynayı kırmayacak ve zedelemeyecek bir kuvvetle fırlatılırsa, bu durumda, topun ayna yüzeyine ulaştığı çizgi boyunca geri döndüğü ve sonra da ağırlığından dolayı aşağı doğru eğildiği görülür. Eğer ayna ya da topun hareket doğrultusu değiştirilip tekrar fırlatılırsa, bu durumda topun, fırlatılma doğrultusuna koşut bir doğrultuda geri döndüğü ve ağırlığından dolayı da eğim kazandığı ve topun yüzeye geliş ve yüzeyden uzaklaşmasının da -birbirine- orantılı olduğu görülür. Çünkü başlangıçtaki hareket kuvveti, topun çarptıktan sonra bu orantı üzerine geri dönmesini gerektirir."[50]

Bu anlatıma göre fırlatılan topun aynı eğim derecesiyle yansımasının nedeni fırlatılma kuvvetiyle yansıtıcı nesnenin katılık derecesine bağlıdır ve ayna yüzeyine ulaştığında uygulanan kuvvetlerin bileşkeleri doğrultusunda yansımak zorundadır. Başarılı bir anlatım olduğu görülmektedir.

49 Williams, John E. & Metcalfe, H. Clark & Trinklein, Frederick E. & Lefler, R. W., *Modern Physics*, Holt, Rinehart And Winston New York, 1968, s. 332.

50 *Kitâbu Nûr*, Oxford varak no, 31b-32a; Süleymaniye varak no, 28a-b.

c. Yansımayla Oluşan Görüntüler ve Özellikleri

Takîyüddîn değişik aynalarda ortaya çıkan görüntülerin nitelikleri üzerinde durmuş ve düzlem bir aynaya dik olarak konulan bir nesnenin görüntüsünün, tepesi aşağıda, tabanı yukarıda ve aynaya gömülmüş olarak oluştuğunu ve aynı şekilde tümsek küresel bir aynada da aynı yanılsamaların söz konusu olduğunu belirtmiştir. Takîyüddîn, aynı zamanda tümsek aynalarda görüntülerin adeta daha yakındaymış gibi olduğunu ve aslından daha ince göründüğünü, buna karşılık çukur küresel aynalarda ise daha uzaktaymış gibi ve daha kalın olarak göründüğünü de açıklamaktadır.

Daha sonra Takîyüddîn yansımayla oluşan görüntü konusuna ilişkin kural nitelikli açıklamalar vermiştir.

1. Tek bir görüntü noktasında ancak tek bir görüntü oluşur.
2. Yansımayla göze gelen ışık, tabanı nesnede, tepesi gözde olan bir ışın konisi oluşturur.
3. Yansımayla oluşan görmede görmeyi koninin eksenindeki ışınlar sağlarlar.
4. Yansıyan ışınları pek çok kez yansımaya uğratmak olanaklıdır.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TÜRKİYE ARAŞTIRMALARI MERKEZİ
www.tubam.gov.tr

Takîyüddîn bu son açıklaması 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.

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 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 ayna yüzeyi çukur ise onda oluşan görüntü terstir ve sayısal olarak çoğalmıştır. Eğer ayna tümsekse görüntü

büyümüş olur. Söz konusu olan ayna silindir yüzeyli bir ayna ise o zaman görüntü silindirin uzunluğunca uzamış bir görüntü olacaktır.

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

Böylece konuya ilişkin temel bilgileri ortaya koyan Takîyüddîn daha sonra görüntüler ve oluşumları konusunu, her ayna için ayrı bir bölüm olmak üzere, çok ayrıntılı olarak incelemiştir.

Takîyüddîn'e göre, düzlem bir aynada görüntü aynanın içine gömülmüş olarak görünür ve bunun nedeni de görüntünün aslının tersi yönde uzamasıdır.

Daha sonra tümsek küresel aynalarda oluşan görüntüler konusunu ele alan Takîyüddîn, öncelikle bu aynalarda yansıma yüzeyinin bir daire ve görüntü noktasının aynanın küresel tümsek kısmına dik ve yansıma konumunun kanıtlanmasının da düzlem aynadaki kanıtlamayla benzer olduğunu belirtmiştir.

Küresel çukur aynalara gelince… Bu aynada oluşan görüntüler birden fazla ve aslından daha büyüktür. Bu aynalarda görüntünün birden fazla olmasının nedeni, görüntü yüzeyinin, aynanın yapısı gereği bir nokta olmasıdır. Bu durumda gözlemcinin karşısındaki her noktadan bir görüntünün yansıması söz konusu olduğundan, görüntü de birden fazla olur.

Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

İkinci Mirsad'ın Değerlendirmesi

1. Yansıyan ışıklar tepesi parlak nesne ve tabanı da yansıdığı yer olan bir koni oluştururlar.
2. Yansıyan ışık yansıtıcı nesnenin rengini taşır.
3. Işığın yansıması sorunu geometrik bir olgu olarak ele alınabilir.
4. Yansıyan ışık ışınları 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.

Doğrudan görme gibi yansıma da, optiğin gelişimini erken tamamlayan bir dalıdır. Bundan dolayı temel yapısı ve kuralları da erken bir dönemde çözüme ulaştırılmıştır. Nitekim yukarıdaki savlar dikkate alındığında, tümünün Antikçağdan bu yana bilinmekte olduğu kolayca görülecek ve konunun görmeyle ilintili olarak ele alınması dolayısıyla bu savların tümünün doğrudan görmeye

koşut 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 söz konusu edilmesidir. Ayrıca yansıma kanununu deneysel olarak doğrulamak için bir araç yapmış ve bütün ayna türlerinde gelen ışığın ayna yüzeyine olan dikme ile yaptığı açıya eşit bir açıyla yansıdığını göstermiştir.

C. Üçüncü Mirsad, Kırılmayla Oluşan Görme

Bir saydam ortamdan (örneğin havadan) diğerine (örneğin su) geçen bir ışık demetinin bir kısmı bu iki ortamı ayıran yüzey üzerinde yansırken, geriye kalan kısmı ise doğrultusunu değiştirerek ikinci 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 Normalin aynı düzlemde bulunacaklarını; ikincisi ise belirli ortamlar için geliş açısının sinüsünün kırılma açısının sinüsüne oranının sabit (sin i/ sin r = a) olacağını belirtir.

Her yönüyle yansımadan daha karmaşık olan kırılma optiği, gelişimini diğer optik alanlarına göre daha geç tamamlamıştır. Nitekim ikinci kuralın bu şekliyle ifade edilmesi için 17. yüzyıla kadar beklemek gerekmiştir. Bununla birlikte konuyla ilgili çalışmaların başlangıcı ise oldukça eskidir. MS. 1. yüzyılda yaşamış olan Cleomedes'in *Göksel Nesnelerin Dairesel Hareketi Üzerine* adlı eserinde, Güneşin ufuktayken tepedekinden daha büyük görünmesinin nedenini açıklamaya çalıştığını görmekteyiz. Ona göre, ufukta hava tabakası tepedekine göre daha yoğun ve nemlidir. Bu nedenle ışık bu hava ile karşılaştığında kırılır. Bundan dolayı da Güneş ufuktayken bize olduğundan daha büyük görünür, tıpkı suya batırılan nesnelerin görünüşünün değişmesi gibi. Cleomedes'e göre bu tür yanılgılar, görmede ortaya çıkan yanılgılardır ve görünen nesneyle ilgisi yoktur.[51]

Cleomedes'ten sonra Batlamyus, yansıma konusunda gösterdiği titizliği kırılma

51 M. R. Cohen & I. E. Drabkin, *A Source Book in Greek Science*, Harvard University, Cambridge, Massachusetts 1966, s. 283.

konusunda da yineleyerek, yaptığı deneylerle konuyu önemli ölçüde aydınlatmıştır.[52] Aslında Batlamyus, ışığın bir ortamdan diğerine geçmesi ve iki ortam arasındaki yoğunluk farkından dolayı yön değiştirmesi arasındaki nedensel ilişkinin farkındaydı. Bunun sonucu olarak da az yoğundan çok yoğuna geçerken Normal yönünde ve tersi durumda ise Normalden öteye doğru saptığını, aynı zamanda orijinal yoldan sapma miktarının da yoğunluk farkına bağlı olduğunu, yani daha büyük farkın daha büyük sapma demek olduğunu biliyordu.[53] Ayrıca Batlamyus ortam farklılıklarından dolayı ışığın uğradığı değişimleri, aynı zamanda kırılma kanununu da içerecek şekilde deneysel olarak göstermeye çalışmış ve çeşitli ortamlardaki kırılma derecelerini gösteren kırılma cetvelleri de hazırlamıştır. Ancak verdiği değerler küçük açılar dışında isbetli değildir.

Kırılma incelemelerinin Antikçağda ulaştığı bu düzey, İslâm dünyasında biraz daha geliştirilmeye çalışılmış, başta İbn el-Heysem olmak üzere Kemalüddîn el-Fârisî ve Nasırüddîn Tûsî araştırmalarda bulunmuşlardır. İbn el-Heysem *Kitâb el-Menâzır*'ın yedinci yani son kitabında ve *Işık Üzerine* adlı makalesinde bu konu üzerinde durmaktadır. 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 ortamlarda çok büyük bir hızla hareket eder ve hızı az yoğun olan ortamlarda çok yoğun ortamlara göre daha fazladır. Bütün saydam ortamlar 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. 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.[54]

İbn el-Heysem, katı bir nesnenin bir dik boyunca fırlatıldığında, karşısındaki sabit bir nesneyi, her hangi diğer bir yöndeki fırlatılmadan daha kolay kırdığı yaygın gözlemine dayanarak, yansımada olduğu gibi, kırılmada da genel bir ilke elde etmiştir: Dik hareket Normale doğru eğimli hareketten daha güçlü ve kolaydır.[55]

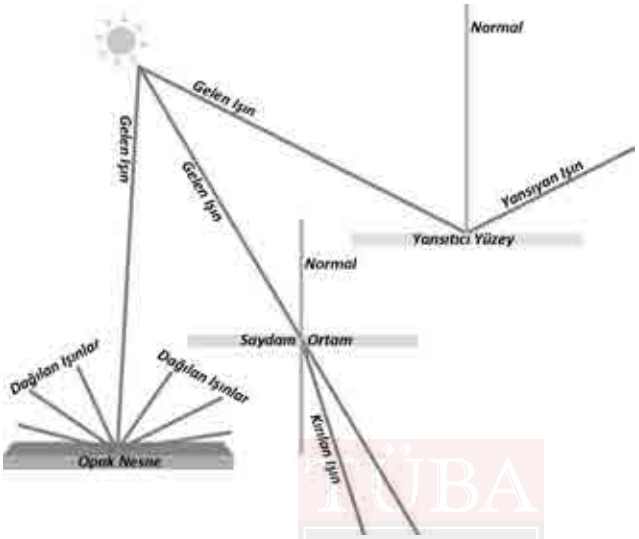
52 Lindberg, 1976, s. 14-17; Aydın Sayılı, "İbn Sînâ'da Işık, Görme ve Gökkuşağı," *İbn Sînâ Doğumunun Birinci Yılı Armağanı*, Türk Tarih Kurumu, Ankara 1984, s. 220.

53 Sabra, 1967, s. 93.

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

55 Sabra, 1967, s. 95-96.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr



Eklenen Şekiller 8: Işığın Düştüğü Ortamlar

Öyleyse dik ışın hareket doğrultusu boyunca ortaya çıkan hareketin gücünden dolayı, tıpkı demir bir bilyenin dik olarak fırlatıldığında madeni bir levhayı kolaylıkla kırması gibi, aynı doğrultuda -kırılmaksızın- yoğun ortama girer. Eğimli ışın ise aynı doğrultuda devam etmek için yeterince güçlü olmadığından, ortama daha rahat girebileceği diğer bir yöne, yani Normale doğru döner, tıpkı keskin bir kılıcın tahta parçasını yatay olarak kesmekte zorlanması, buna karşılık dikey olarak daha rahat kesmesi gibi.[56]

Her yönüyle kırılma konusuna büyük bir derinlik kazandırdığı anlaşılan İbn el-Heysem, buna rağmen kırılma kanununu ifade edebilmeyi başaramamıştır.

Takîyüddîn kitabının üçüncü bölümünde ışığın farklı yoğunluklu ortamlarda uğradığı değişimleri ele almıştır. Buradaki temel problemleri ele alabilmek için üç temel tema üzerinde durmak gerekmektedir: Kırılan Işığın Özellikleri, Kırılmanın Analizi ve Kırılmayla Oluşan Görme.

a. Kırılan Işığın Özellikleri

Bu anlayış içerisinde Takîyüddîn daha önceki bölümlerde ileri sürmüş olduğu bir savını, kırılma dolayısıyla bir kez daha yineleyerek şöyle der:

56 Sabra, 1967, s. 96; Lindberg, 1976, s. 75.

> Daha önce kendinden ışıklı ya da ışıklandırılmış nesnelerden 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.[57]

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 ışık ışınları opak nesneler üzerine düşebilirler.
2. Işık ışınlarının düştüğü yerde parlak bir nesne olabilir.
3. Işık ışınları saydam bir ortam ya da nesne üzerine düşebilirler.

Birinci durum göz önüne alındığında, yani Güneşten gelen ışınların opak bir nesne üzerine düştüğü düşünüldüğünde, bu durumda temel görme kuralı gereği ışınlar nesnenin 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 yansıma kuralı gereği geldiği açıya eşit bir açıyla yansımaktır.

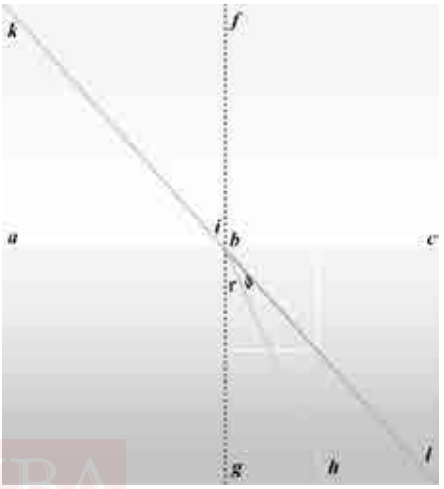
Üçüncü durumda ise ışınlar geliş ortamından farklı yoğunluğu olan bir ortamın yüzeyine düşmekte ve kırılma kuralı gereği kırılmaya uğrayarak, yani asıl yolundan saparak ikinci ortama nüfuz etmektedir.

Takîyüddîn'in kitabının bu üçüncü kısmında araştırma konusu yaptığı ışınlar da işte bu türden ışınlardır. Bu bağlamda Takîyüddîn, yoğunluğu farklı ortama nüfuz eden ışıkların aslından daha zayıf olacağını belirtmektedir. Bu doğaldır; çünkü bir ortamın yüzeyine gelen ışınların tümü ortama nüfuz etmezler. Bundan dolayı nüfuz eden ışının miktarı asıl ışından daha az olur. Ancak Takîyüddîn daha sonra bunun aksi bir savı ileri sürmekte ve 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. Takîyüddîn'in burada söz konusu ettiği de bu türden bir kırılmadır ve bu bakımdan belirlemesi tamamen doğrudur ve yukarıda da belirtildiği gibi yalnızca küresel yüzeyli saydam ortamlarda ya da ince kenarlı merceklerde gerçekleşen özel bir kırılma halidir.

57 *Kitâbu Nûr*, Oxford varak no, 56a; Süleymaniye varak no, 50b.

b. Kırılmanın Analizi

Takîyüddîn, 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 belirtmekte ve kırılan ışığın da tıpkı havada olduğu gibi, girdikten sonra da düz çizgiler boyunca hareket edeceğini vurgulamaktadır.



i=geliş açısı; r=kırılma açısı; d=sapma açısı
Eklenen Şekiller 9: Kırılma Kavramları

Onun tamamen doğru olarak yaptığı bu belirlemelerin, çağdaş bilgi açısından da değerli olduğunu belirtmek yerinde olur. Çünkü optik biliminin matematiksel bir bilim olması dolayısıyla problemi tartışırken daima geometrik çizimlemeye başvurmak ve bunun sonucunda da anlatılmak istenilenin daha kolay ve doğru olarak anlatılmasını sağlamak olanaklıdır. Nitekim Takîyüddîn de yukarıdaki açıklamalarından hemen sonra, kırılma geometrisini oluşturan temel kavramların tanımlarını vermek suretiyle konunun hem daha kolay ve hem de daha çok ayrıntı kazanmasını sağlamıştır. Buna göre;

a. Işığın düştüğü ve doğrusal bir düzlemde kırıldığı varsayılan yüzeye görüntü yüzeyi (şekildeki abc),
b. Ortam ve görüntü yüzeyinin arasındaki ortak kesite kırılma kesiti (şekildeki b),
c. Işığın girdikten sonra terk ettiği hatta sapma [terk edilen] hattı (şekildeki bl),
d. Kırılma kesiti üzerindeki açıya bitişik olan noktaya kırılma noktası (şekildeki b),
e. Kırılma noktasını görüntüyle birleştiren hatta kırılma hattı (şekildeki bh),
f. Kırılma kesitinin her iki yönünde uzayan ve yüzeye kırılma noktasından dik olduğu varsayılan hatta da kırılma dikmesi (şekildeki fbg) denir.

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

Takîyüddîn bu belirlemelerinden sonra, kırılma dikmesinin hiçbir zaman görüntü yüzeyinin dışında olmayacağını da eklemekte ve doğru bir biçimde ışığın girdiği ortamın saydamlığı yoğun ise kırılma Normale doğru, eğer ortamın yoğunluğu az ise bu durumda da Normalden öteye doğru olacağını belirtmektedir.

Böylece kırılmaya ilişkin temel kavramları açıklayan Takîyüddîn, daha sonra kırılmanın birinci kanununu vermekte ve kırılma hattının, terk edilen hattın, Normalin ve göz merkezinin daima görüntü yüzeyi adı verilen tek bir yüzeyde, yer alacaklarını ve bu yüzeyin de daima saydam yüzeye dik olduğunu belirtmektedir.

Bugün için Snell (1591-1626) kanunu olarak bilinen ve verilen iki ortam için sin i / sin r'nin, yani geliş açısının sinüsünün kırılma açısının sinüsüne oranının sabit[58] olduğunu belirten, kırılmanın ikinci kanununu ise Takîyüddîn ifade edememiştir. Hatta onun böyle bir girişimde bulunduğunu söylemekte zordur. Zira kendisi geliş ve kırılma açıları arasındaki oranlar üzerinde farklı bir anlayışla durmuş ve çok ileri düzeyde trigonometri bilgisine karşın sinüs fonksiyonuna ilişkin bir belirlemede bulunmayı denememiştir.

Kırılma indisi tabloları gelen ışığın boşluktaki yayılımına göre düzenlenir. Bu durumda kırılma ortamı da cam ya da su olmaktadır. Böylece elde edilen değerler ise ortamın mutlak kırılma indisi olarak kabul edilir. Boşluk daima ilk ortamdır ve küçük n harfiyle gösterilmektedir. n büyüklüğü cam için yaklaşık 1.5, su için ise 1.33'tür. Normal basınçtaki hava için ise 1.00028'dir. Havanın kırma indisi boşluğa çok yakın olduğundan daima kırılma açıklamalarında geliş ortamı hava olarak alınır.[59] Gerçekte kırılma açıları daima geliş açılarından daha küçüktür. Bu durumda kırılma indisi formülü, *hava x sin i = cam/su x sin r* şeklinde olur.

Şimdi bu anlatılanların ışığı altında Takîyüddîn'in kırılma kanununa yönelik açıklamalarını irdeleyebiliriz. O, öncelikle konuyu açıklarken dayandığı bazı temel ilkeler kabul etmiştir.

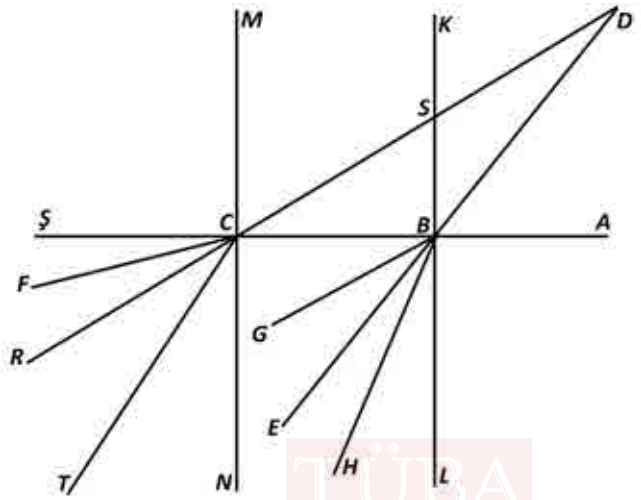
a. Geliş açısı büyüdükçe kırılma açısı da büyür.

b. Kırıcı ortamın yoğunluğu arttıkça kırılma da daha büyük olur.

c. Kırılan ışın da doğru boyunca yayılır.

58 Buradaki sin i /sin r sabit oranına verilen iki ortam için kırılma indisi adı verilir.

59 Nelkon, M, & Parker, P, *Advanced Level Physics*, London 1971, s. 421-423.



Eklenen Şekiller 10: Takîyüddîn'in Kırılma Kanununu Kanıtlaması

d. Terk edilen hat, kırılan hat ve normal tek bir düzlemde, yani görüntü yüzeyinde yer alırlar.

e. Dik ışın kırılmaz.

Takîyüddîn daha sonra kırılmayla ilgili olarak vermiş olduğu bu kuralları kanıtlayabileceği bir aracın yapımını ve kullanımını anlatmış, daha sonra bu araçla yaptığı deneyler ve yukarıda belirttiğimiz kurallara dayanarak kırılma kanununu formüle etmeyi denemiştir. Öncelikle Batlamyus ve İbn el-Heysem'in konuyla ilgili bir kaç belirlemesini yineleyerek, dik açı 90 derece olmak koşuluyla, gelme açısı 40 derece olursa, bakiye açısı 25, geliş açısı 50 derece olursa bakiye açısının da 30 derece olacağını belirterek kırılma açısı yerine bakiye açısını alarak ilk yanılgısını yapmıştır. Ona göre bu durumda 40 derece için kırılma miktarı 15; 50 derece için ise 20 derece olacaktır.

Takîyüddîn bu belirlemelerinin doğruluğunu gösterebilmek için yandaki çizimi verir. Buna göre D ışık kaynağı, B ve C kırılma noktaları, BE ve CR ikinci ortamdaki asıl ışın çizgileri; BG ve CT ise yoğun ortamdaki kırılma hatları olsun. KBL ve MCN dikmeleri de B ve C kırılma noktalarının Normalleri olsun. Bu durumda;

$\angle DCM < \angle DBK$ [geliş açıları olduklarından. DBK=40; DCM=50]

$\angle DSK = \angle DCM$ [yöndeş açılar olduklarından]

Bu durumda,

TÜBA Türkiye Bilimler Akademisi Turkish Academy of Sciences

∠DSK > ∠DBK [geliş açıları]

∠RCT > ∠EBG [bakiye açıları]

(∠RCT/∠DCM)>(∠EBG/∠DBK) [Geliş açısı büyürse, kırılma açısı da büyüyeceğinden]

∠RCT - ∠EBG > ∠DCM - ∠DBK

∠DCM - ∠RCT > ∠DBK - ∠EBG

∠TCN > ∠HBL

Aynı koşullar altında az yoğun ortamdaki durumu ele alalım. BG ve CF kırılma hatları olsun.

∠FCR < ∠GBE

∠FCR/∠DCA < ∠GBE/∠DBA

∠FCR - ∠GBE > ∠DCA - ∠DBA

∠FCR - ∠DCA < ∠GBE - ∠DBA

∠ŞCF < ∠CBG

Takîyüddîn koyu şekilde gösterilen bu iki kurala *kanun* adını vermiştir. Anlaşılan odur ki Takîyüddîn sinüs kanunuyla uğraşmamıştır. Çünkü açıkça görüldüğü üzere konu tamamen geometrik olarak ele alınmış ve trigonometri işin içine sokulmamıştır. Eğer konuya yaklaşımı trigonometrik olsaydı, o zaman Takîyüddîn'in de açılar arasında oranlar ya da eşitsizlikler kurmak yerine, kirişleri veya sinüsleri ele alması gerekirdi. Böyle bir girişimde bulunmadığına göre onun *kanun* adını verdiği ifadelerin birer aritmetiksel eşitsizlik olduğunu belirtmemiz gerekmektedir.

c. Kırılmayla Oluşan Görme

Bir ortamın gerisinde oluşan görme konusunu incelerken Takîyüddîn, konuyu dört ana madde halinde tartışmıştır. Bunlardan birincisi, bir ortamın gerisinde bulunan bir nesnenin nasıl görüneceğini ve görüntünün göze nasıl ulaştığını belirlemeye yöneliktir ve bu hususa Takîyüddîn, şu iki ilkeyi doğru bir biçimde vurgulamakla işe başlar:

1. Kırıcı ortamın yüzeyine dik gelen ışın kırılmadan,
2. Eğik gelen ışın ise ortamın yoğunluğuna bağlı olarak Normale ya da Normalden öteye doğru kırılmaya uğrayarak ortama nüfuz eder.

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, öncelikle görüntünün tanımını vermektedir. Ona göre görüntü saydam bir ortamda bulunan bir nesnenin, gözün duyarlılığıyla algılanan suretidir. Bu doğru bir tanımdır ve Takîyüddîn kırılmayla algılanan bir nesnenin algısının doğrudan olduğunun zannedileceğini ve kırılmanın fark edilmeyeceğini belirtmektedir. Bunun için Takîyüddîn çok bilinen bir örnek vermiş ve içi boş olan bir kabın 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.

Bu örnekle kırılmayla oluşan göz yanılgılarına da değinen Takîyüddîn, kırılmayla oluşan görüntülerin niteliklerini sıralarken, suya batırılan bir çubuğun suyun yüzeyinden itibaren kırılmış gibi göründüğünü ve su içindeki kısmın sanki suyun yüzeyine doğru yükseldiğini belirtmektedir. Tamamen gündelik hayatta karşılaşılan gözlem olgularına dayanarak açıklamalarını temellendirmeye çalışan Takîyüddîn, aynı zamanda bir ortam içerisindeki bir noktanın tek bir gözlemci için tek bir görüntüsünün olacağını belirtmektedir. Böyle bir durumda eğer göz ve nesne aynı doğru üzerindeyseler ve bu doğrultu 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 görüntüsü olacaktır.

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

Benzer açıklamalarını sürdüren Takîyüddîn, çeşitli ortamlar için görüntü noktalarının belirlenmesinde ve gözün bu konumları nasıl algıladığını açıklamak için kullandığı bazı ilkeler ileri sürmüştür:

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 yoğunda ise Normalden öteye doğru sapmış olarak görünür.

Takîyüddîn 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.

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" adını verdiği bu bölümde Takîyüddîn, kırılma konusunda belirlediği genel kurallar çerçevesinde ışığın atmosferde uğradığı değişimleri ele almıştır. Bunu yaparken öncelikle göksel nesnelerin yapılarının yersel nesnelerden farklı olarak beşinci bir unsurdan oluştuğunu ve bu unsurun diğer dört unsurdan daha az yoğun olduğunu belirtmektedir. Öyle ki bu unsur (esir)[60] saydamlığın son sınırıdır. Yani başka hiçbir nesne bu denli saydam olamaz.

Üçüncü Mirsad'ın Değerlendirmesi

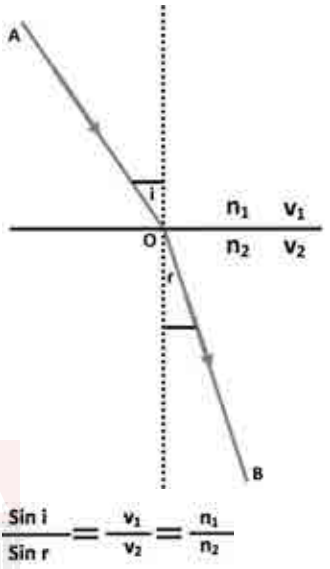
1. Küresel yayılım kırılan ışıklar için de geçerlidir.
2. Kırılan ışıklar da nüfuz ettikleri ortamların renklerini taşırlar.
3. Işığın girdiği ortam geliş ortamına oranla daha çok yoğun ise, kırılma Normale doğru, tersi durumda ise Normalden öteye doğru olur.
4. Kırılma açıları gelen ışığın yaptığı açılardan 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 maddelerin çoğu kırılma optiği incelemelerinde elde edilen sonuçlardır. Bugün de geçerli olan bu kuralların son ikisi hariç Takîyüddîn tarafın-

60 Esir veya eter konusundaki açıklamalar için şu eserlere bakılabilir. James A. Coleman, *Herkes İçin Görelilik*, Çeviren: Osman Gürel, V Yayınları, Ankara 1987; Kenneth F. Shaffner, *Nineteenth Century Aether Theories*, Pergamon Press, 1972; E. T. Whittaker, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, From the Age of Descartes to the Close of the Nineteenth Century, Dublin University Press, Dublin 1910; Albert Einstein & Leopold Infeld, L; *Fiziğin Evrimi*, Çeviren: Öner Ünalan, Onur Yayınları, Ankara 1976.

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

dan geliştirilmiş değildir. Son iki belirleme ise Takîyüddîn'in yaptığı kırılma deneylerinde çıkardığı sonuçlardır. Burada sorulması gereken soru, bu iki ifadenin bugün Snell Kanunu olarak tanımlanan ve gelen ışığın Normal ile yaptığı açının sinüsünün, kırılan ışığın Normal ile yaptığı açının sinüsüne olan oranının sabit bir değer taşıdığını belirten ifadenin karşılığı olup olmadığıdır. Kaba bir ifadeyle Snell bağıntısının yerine geçecek birer anlatım olduklarını söylemek olanaklıdır. Ancak burada söz konusu edilen bağıntıda temele orantı değil, eşitsizlik koyulmuştur. Daha açık bir söylemle Takîyüddîn Snell bağıntısını çıkarsayamamıştır. Bununla birlikte metin incelendiğinde bir nokta daha dikkat çekmektedir. Takîyüddîn Snell bağıntısını elde edememiştir, ancak böyle bir kaygısı da yoktur. Çünkü kırılan ışığı ortamın bir ifadesi olarak tasarlamış ve açıklamalarını da bu tasarım üzerine kurmuştur. Yani ona göre ışığın kırılması girdiği ortamın yoğunluğuna bağlıdır ve yoğunluk ne denli fazlaysa kırılma da o denli büyük olacaktır.



Eklenen Şekiller 11: Snell Kanununun Gösterimi

Her iki ifadede yer alan bir diğer ayrıntı daha bulunmaktadır. Takîyüddîn, geliş açısıyla kırılma açısı arasındaki bağıntıyı anlamaya çalışırken, daima her geliş derecesine bağlı olarak oluşan kırılma açısının, geliş açısına oranıyla, bir önceki geliş açısının oluşturduğu kırılma açısının geliş açısına olan oranını dikkate almıştır. Bu oran hep bir önceki orandan daha büyüktür. Öyleyse Takîyüddîn bunu bir kanun veya iki ortam çifti için geçerli, değişmez bir oran olarak görmüştür.

Takîyüddîn aynı zamanda ışığın farklı yoğunluklu ortamlarda uğradığı değişimleri ele alırken, kırılma açılarını deneysel olarak belirlemekte kullandığı bir aracı ve nasıl kullanılacağını da anlatmıştır. Bu bölümde atmosfer kırılmasını da ele alan Takîyüddîn, yine kendisinin yaptığı ilginç bir araçtan da söz etmektedir.

> "Uzakta bulunmaları nedeniyle görülemeyen [gözden gizlenmiş olan] eşyayı en ince ayrıntılarıyla gösterebilen ve ortalama uzaklıkta bulunan gemilerin yel-

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ www.tuba.gov.tr

> kenlerini, bir ucundan tek bir gözle baktığınızda görebileceğiniz ve [daha önce] Yunanlı bilginlerin yapıp, İskenderiye kulesine yerleştirmiş olduklarına benzer bir billur [mercek] yaptım."[61]

Bu ifadelere dayanarak Takîyüddîn'in yaptığını söylediği bu aracı teleskop olarak tanımlamak olanaklı görünmektedir. Çünkü çok uzakta bulunan nesneleri çok yakındaymış gibi ve ayrıntısıyla gösterebilmektedir. Bu bilgiler doğru kabul edilirse, o zaman teleskopun bilinen tarihini yeniden gözden geçirmek gerekecektir. Çünkü teleskopun ilk yapılışı ve kullanımı Hollandalı gözlük ustası Hans Lippershey'e (1570-1619) aittir ve yaklaşık 1600'lerin başına denk gelmektedir. Galileo'nun gökyüzünü incelemesi ise 1609 yılında gerçekleşmiştir. Takîyüddîn'in bu kitabının yazılışı ise 1574'ün başlarıdır. Bu durumda Takîyüddîn en az 30-35 yıllık bir süre daha önceden teleskop yapmış olmaktadır. Ancak burada durumu nispeten karıştıran bir konu bulunmaktadır. O da Takîyüddîn'in yukarıdaki ifadesinde benzeri bir aracın daha önce Yunanlılar tarafından yapılıp İskenderiye kulesine yerleştirdiklerini belirtmesidir. Oysaki bilinen hiçbir kaynakta İskenderiye kulesinde böyle bir aracın bulunduğu belirtilmemektedir. O zaman Takîyüddîn'in söz konusu ettiği bu araç ne olabilir? Yaptığımız incelemeler, bize bu aracın bir gözlem borusu (sighting tube) olabileceği fikrini vermektedir. Çok eskilerden beri kullanılmakta olan 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 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. Ancak her iki modelin de bugünkü anlamda teleskopla bir ilgisi yoktu. Yıldızdan gelen ışınları toplamak için bir huni görevi görmekteydi.[62] Bu durumda 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. Dolayısıyla Takîyüddîn Batıda 1609 tarihinde icat edilen bu aracı daha önceden gerçekleştirmeyi başarmıştır.

61 *Kitâbu Nûr*, Oxford varak no, 81b; Süleymaniye varak no, 72a-73b.

62 Singer, C; & Holmyard, E.J; & Hall, A.R.; & Williams, T.I., (ed.) *A History of Technology*, Cilt 3, Oxford 1957, s. 594; Colin A. Ronan, *The Shorter Science and Civilsation in China*, Cilt 2, Cambridge University Press, 1981.

İKİNCİ BÖLÜM

Kitâbu Nûr'un Çevirisi

TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Esirgeyen ve Bağışlayan Allah'ın Adıyla

Allah, Göklerin ve Yer'in ışığıdır. O, âlemin dört bir tarafına yayılan varlığının ışığıyla bütün yaratılanların ufkunu aydınlatandır. O, gücünün bir belirtisi olarak yıldızları ve gezegenleri yarattı. Dönen gök kürelerinin yüceliklerini sanatının bir nişanı olarak gerdanlık gibi süsledi. Uçsuz bucaksız olan ve herkesin faydalanması için mubah kıldığı burçlarını, bahar çiçeğinin bütün çeşitlerini kıskandıracak kadar güzel olan şafağının ışığıyla aydınlattı. O burçlar ki gündüz vaktinin en parlak anının ışığı gibi, saf altın renginin parlaklığıyla taçlanmış, çok güzel ve süslü bir giysi şeklinde şefkat elbisesiyle örtülmüştür. Sıkı dokunmuş, kenarları rengârenk süslü, saçaklı, kelimenin tam anlamıyla mükemmel olan bir dokumanın göz alıcılığı gibi, bu kandillerin (yıldızlar) ışıkları da, âlemin en uç noktalarına kadar en parlak renkleriyle yansırlar. Dev ağaçlarının dallarındaki bülbüller, makamlarında bir buğday tanesini bekleyen kuşlar gibi, O'nun ulûhiyetinin uçsuz bucaksız alanlarında Birliğini terennüm ederler. Bizi karanlıklardan aydınlığa çıkaran velayeti ve kendisiyle kötü işlerden ve nefsin kötülük uçurumlarından kurtulduğumuz hidayeti için O'na hamd ederiz. Onun kullarının ve peygamberlerinin en şereflisine, 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'e (s.a.v.) salat ve selam ederiz. Aczini ve noksanlığını ifade eden bu hakir kul, Takîyüddîn İbn Ma'ruf, Allah onu ve babasını sınırsız lütfuyla karşılasın; çünkü o ömrünün büyük bir bölümünü matematik ve tabii

bilimleri öğrenmekle geçirdi. Gençliğinin ve yetişkinliğinin en değerli çağını ta ki zihninde karanlık bir nokta kalmayıncaya kadar, bu bilimleri öğrenmek uğruna para gibi harcadı. Bu kitabın içerdiği değerli fikirlerin anlaşılabilmesi, Eukleides'in ve diğer bilginlerin optik kitaplarının, optik aletlerin ve merceklerin bilinip tanınmasıyla olanaklıdır. Bunlar çok önemli ve çok ayrıntı gerektiren konulardır. (Optik) görmenin oluşumu, Mudî ve Münîr'in[1] ışıklarının 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, Fârisî'nin[2] argümanlarıyla güçlendirilmiş bu dev ordunun hücumlarıyla da savaşmak zorunda kaldım. Daha önce büyük bir kitap yazıldı. Çok ayrıntılarla süslenmiş olan bu eser *Tenkih el-Menâzır*'dır.[3] Bu bilim iki büyük emir tarafından yönetilmekte ve iki büyük Melik tarafından desteklenmekteydi. Bunlar Ebû Ali el-Hasan İbn el-Hasan el-Heysem el-Basrî ve Hasan İbn Ali İbn el-Hasan el-Fârisî'dir. Allah onların ruhlarını kutsasın. Bunlar mükemmel eserlerdir. Bu ikisinin yardımıyla zafere ulaştım. Onların seçkin fikirleriyle kesin bir başarı elde ettim. Allah'ın yardımı ve bunların desteğiyle kalpleri tatmin eden ve yüreklere su serpen sonuca ulaştım. Ancak ben bu kitabı fahrı (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 kitaptan 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.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tubaarsiv.gov.tr

1 Mudî, kendisi ışık kaynağı olan nesnelerdir ve bu nesnelerin yaydığı ışığa "Dav" adı verilir. Münîr ise Mudî'nin yaydığı ışıkla aydınlanan ve kendisi ışık kaynağı olmayan nesnelerin yaydığı ışıktır. Bu ışığa da "Nûr" adı verilir. Bu anlamda Mudî Güneş, Münîr ise Ay'dır.

2 Takîyüddîn'in övdüğü bu bilgin Kemâlüddîn el-Fârisî'dir. Nerede, kaç yılında doğduğu ve hayatı hakkında herhangi bir bilgi söz konusu olmamakla birlikte, yalnızca 1320 yılında öldüğü tahmin edilmektedir. Kendisi İranlı olmasına rağmen eserlerini Arapça yazmıştır. Matematikçi, fizikçi ve astronomdur. Ancak yoğun bir şekilde optik araştırmalarda bulunmuştur. İslâm dünyasında yetişmiş en büyük optikçi olan İbnü'l-Heysem'in *Kitâb el-Menâzır* adlı optik kitabı üzerine *Tenkih el-Menâzır* adlı ayrıntılı bir şerh yazmış olması bu alanda yetkin olduğunu göstermektedir.

3 Kitabın tam adı *Tenkih el-Menâzır li Zuyî el-Ebsâr ve el-Basair*'dir (*Göz ve Görmeyi İnceleyen Optik'in Düzeltilmesi*).

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 *Nûri Hadakati el-Ebsâr ve Nûri Hadîkati el-Enzâr* adını verdim. Bu eseri, bir tarihi hicrete ya da Arapça sayfaları Mısır'a armağan eden bir kimse gibi[4] Yüksek Saltanat Kapısına, Yüce Hakanlık Tahtına, En Büyük Padişah Hazretlerine (insanlar içerisinde Allah onu onurlandırsın) Kur'an'ın talihli kıldığı En Büyük Mutluluk Sahibi, Âlemleri Oluşturan Felekler Kubbesinin zirvesine övünç duyulan yüceliğini örten, Rabbani inayetin kendisini gözettiği ilahi tecellileri yöneten gizemlerin toplandığı yer olan, adil melik, yiğit insan, insan-ı kâmil, büyük derya, iki kara ve iki denizin sultanı Arap Yarımadası, Rum (Anadolu) ve Irakeyn'in hakanı, yüce ve kutsal Harameyn'in hizmetkârı, yedi iklimin sahibi, sünnet ve şeriatla memleketi yöneten, her iki âlemde Allah'ın gölgesi olan, kâfirlerle imansızlara musallat olan kılıç, meliklerin ve sultanların korkusu, her iki âlemin sahibi olan Allah'ın elçilerinin halifesi, Osman'ın oğlu, Sultan Süleyman Han'ın oğlu Sultan Selim Han'ın oğlu, Sultan oğlu, Sultan oğlu Sultan Murad Han'a (Allah onun sancağını iki doğu ve iki batıda ve bunların arasında hâkim kılsın; ömrünü uzun etsin ve kolaylaştırsın. Âmin.) sundum.

Bu kitabı melikin yardımıyla, bir Giriş ve üç Bölüm (Mirsad) olarak hazırladım. Birinci Bölüm doğrudan görme, İkincisi yansıma aracılığıyla, Üçüncüsü de kırılma aracılığıyla oluşan görme konusundadır.

Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

4 Bu cümleden itibaren Giriş bölümüne kadar olan kısım Süleymaniye nüshasında değiştirilmiştir. Burada sunulan metnin çevirisi şöyledir: Hakikatler topluluğunu gizleyen Âlemlerin âlimlerinin Meliki, gece ve gündüzlerin başlangıçlarının sahibi, İslam 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-î nimetim, üstadım, Molla Çelebi Efendi Abdülkerim, Kadılar kadısı, Suriye'deki Şam'dan sonra Mısır'da şeyhler şeyhine (Yüce Allah Osmanlı devletinin divanının eyvanının nizamını onun sağduyusuyla süslesin. Ümmet-i Muhammed onun değerli unvanıyla güzelleşsin ve ikbali en yüksek noktalara ulaşsın. Devran durdukça baki kalsın) hediye ettim.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Giriş

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 Doğa Filozoflarının (Tabiiyyûn) tümü, görmenin bakılan nesneden bakan kişiye doğru uzayan ışın doğruları aracılığıyla oluştuğunu ileri sürmüşler, düşüncelerini bu konuda yoğunlaştırmış, bu temelde uzlaşmışlar ve çalışmalarını bu konuda sürdürmüşlerdir. Eflatun ve Matematikçilerin (Ta'limiyyûn) 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. Bir kısmı 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, ancak aralarına bir nesne girdiğinde ise kusurlu ya da karışık algılandığını belirttiler. Bir kısmı ise koninin zerreciklerin oluşturduğu katı bir nesne olduğunu savundu. Ancak bunlar da koninin tasvir edilmesi konusunda anlaşamadılar. Bir grup koninin, gözden maddesel tek bir doğru şeklinde çıkıp bakılan nesneye ulaştığını, hissedilemeyecek bir hızla o nesnenin yüzeyinde enine ve boyuna hareket ettiğini varsaydı. Onlara göre bakan kişi ve baktığı nesne arasındaki alan maddesel bir ışın konisiyle dolmakta ve algı da bununla oluşmaktadır. Başka bir grup ise bakan kişinin gözkapaklarını her açtığında bir koni oluşturduğunu savundu. Bu gruptan bazıları da bunun gözbebeğinden çıkan bir ışık kuvveti olduğunu ve

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr



Eklenen Şekiller 12: Görme Konisi

duyumun da bununla oluştuğunu ileri sürdü. Bazıları ise göz ve nesne arasındaki ortamda bulunan havanın ansal olarak bir koni oluşturduğunu ve algının da bununla gerçekleştiğini düşündü.

Büyük bilgin Ebû Nasr el-Fârâbî ise, Aristoteles ve Eflatun'un görüşlerini *Kitâb fî Cem'i Beyne Re'yey el-Hakimeyn* adlı kitabında uzlaştırdı. Bu çalışmasında, onların amacının algının bu şekilde oluşması ve elde edilmesi konusunda bir uyarıda bulunmak olduğunu söyleyerek, çarpıcı bir örnekle, gerçekte ışığın çıkmadığını ve izlenim bırakmadığını; ancak terim sıkıntısından dolayı böyle söylemek zorunda olduklarını belirtti. *Nur Heykelleri* yazarı Şeyh Şehabeddîn Suhreverdî ise, görmenin nefs ve nesnenin karşı karşıya olmaları ve aralarında bir engelin bulunmaması koşuluyla, bu ikisi arasındaki bir işrâke bağlı olduğunu savladı.

Her ne kadar birbirlerinden farklı olsalar da, bu iki okul (Tabiatçı ve Ta'limci), tamamen uzlaşmaz da değildir. Aksine aralarındaki belirgin farlılık sözel ya da görelidir. Öyle ki sadece biri ya da her ikisi anlatımlarının içerdiği eksiklikten dolayı [problemi] böyle ifade ediyor olabilecekleri gibi, edemiyor da olabilirler. Gerçek her ikisinin dediğinin tersi olabileceği gibi, onlardan sadece biri doğru olabilir de.

Doğa felsefesi, Ta'limci felsefeye karşıttır ama çelişik değildir. Bu konuyu araştıracak ve üstesinden gelecek kişide görüş yeteneği ve sağlam düşünce olması gerekir. Araştırmalarını yaparken sağduyulu davranmalıdır. Problemin aşılmasında azmin yardımı çok büyüktür. Çünkü şüpheler art arda gelebilir, bu da hedefleri ulaşılmaz yerlerdeymiş gibi gösterebilir. Gerçek, amaçların kendisinde ya da zihnin derinliklerinde gizlenmiş olabilir. Ancak, insanın yetileri doğanın en uç noktalarına kadar uzanabileceği gibi, hatalar örgüsünün karanlığında bile usta bir casus gibi çalışabilirler. Dolayısıyla özür, güçsüzlükten doğar. Hâlbuki gerçeklere ulaşmanın ve bilgi edinmenin yolu herkese açıktır. Ancak açıklığın olmadığı konuya bakışın yöneltilmesiyle düşünce ikiye ayrılmıştır. Bu durum, yani düşüncenin doğa bilimleri ve matematiksel bilimler, diye ikiye ayrılması ise bir güçlüğe yol açmaktadır. Eğer insan güçlü bir zekâya sahip değilse, bu ikisini bir araya getirmek 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

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

yaklaşımda bulunmak, konuyu apaçık hale getirmek, eleştiri ve ayıklamada sabır gösterip ciddiyet ve özenle bilinçli ya da bilinçsiz yanlışlıklara karşı önlem almaktır. Önemli bir bilgi kaynağına götürecek yolda yürürken, açıklamalar ve delillerin ışığında üstün eleştiri yeteneğine sahip bir hâkim ve doğru uslamlama yeteneği olan bir düşünür gibi, düzgün, hiçbir eğriliği olmayan bir seviyeye sahip olmak gerekir. Sonra da bu kanıtları sağlam algı yollarıyla dengelemek, kuruntunun yol açtığı aldatmacaları doğal karşılamak ve bu kandilin ışığında gelen verileri araştırmak gerekir. Ancak böylece istediğimiz ve arzuladığımız şeye ulaşabiliriz ve onu sağlam temellere dayandırabiliriz.

Başarı ve inayetimizin koruyucusu olan ve doğru yola ulaşmak için kendisinden destek alacağımız kimdir?

TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Birinci Mirsad

Birinci Mirsad, gözün aynı düzlemde ve tam karşısında bulunan bir nesneyi nasıl gördüğünün araştırılması hakkındadır. Buna Doğrudan Görme adı verilir. Altı bölümden oluşur.

TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Birinci Bölüm

Birinci bölüm, doğrudan görmenin özellikleri hakkındadır ve on üç kısımdan oluşur.

1) Bakan kişi baktığı nesneyi en ince ayrıntılarıyla birlikte algılar. Optik biliminin uzmanları buna mana adını verdiler. Nesnenin görünmesi demek ayrıntılarının algılanması demektir. Eğer bakan kişi ve baktığı nesne arasında, örneğin bir karış kadar bir mesafe var ise, bu mesafeyi nesnenin tam olarak algılanacağı şekilde artırmak, yani ortalama uzaklığa (bûdu'l-mutedil) yakınlaştırmak gerekir. Eğer bakan kişi ve baktığı nesne arasındaki mesafe, nesnenin tam olarak algılanacağı mesafeden (bûdu'l-mutedil) daha az ise veya daha fazla ise nesnenin ne olduğu seçilemez. Bu iki uzaklıktan her birine bûdu'l-müşeref veya bûdu'l-mütefavıt denir.

2) Eğer bakan kişi ve baktığı nesne karşı karşıya ve aynı düzlemde bulunuyorsa, algı, algılananın niteliğiyle algılayan gözün duyarlılığına bağlı olur. Bunu şu deneyle gösterebiliriz:

Deney için boyu bir arşından[5] daha kısa ve çapı da göz çukurunun büyüklüğünden daha fazla olmayan, silindir biçiminde bir boru alalım. Karşıdaki duvarın yüzeyine, en küçüğünün çapı silindirin taban çapı kadar olan, eşmerkezli daireler çizelim. Sonra da dairelerin farklı algılanacağı bir mesafeye kadar duvardan uzaklaşalım. Silindirin bir ucunu göz çukuruna yerleştirelim. Diğer ucunu da tam bir daire göreceğimiz şekilde duvardaki dairelerden birisiyle çakıştıralım.

Silindirin duvara bakan ucuna denk gelecek şekilde ince bir levha yakınlaştı-

5 Yaklaşık 68 cm.

rılacak olursa, bu durumda o levha da silindirin çapına eşit bir daire olarak görünecektir. Silindirin duvar yönündeki ucuna, merkezde birbirini dik olarak kesecek şekilde iki ince ip gerelim. Duvarın üzerine de tıpkı silindirin ağzındaki iki ipin konumuna benzer konumda iki çapı çekilmiş bir daire çizelim. Yukarıda betimlenen düzeneğe uygun olarak, silindiri, ucundaki ipler duvardaki dairenin çaplarıyla örtüşünceye kadar, hareket ettirelim. Bu durumda, ipler ile dairenin çaplarının, silindirin çevresiyle dairenin çevresinin ve silindirin kesitiyle dairenin kesitinin bütünüyle örtüştüğü görülür. Eğer bu konumlardan birisi bozulursa, diğerinin konumu da aynı oranda bozulur. Böyle bir durum gerçekleşirse, bu durumda, silindir boşluğunda görünen daire dışından başka bir şeyi görülmez. Bu da ancak eğer göz daire ile aynı doğrultuda bulunuyor ise söz konusu olur. Silindirin ucu, çapı daha büyük bir daireyle de örtüştürülebilir. Bu durumda koni şeklinde göze ulaşan ışınların doğrultusunda bir değişme olmaz.

3) Kendinden ışıklı (mudî) nesneler yeryüzüne ışık saçarlar. Bu nesnelerin ışığı zayıf olsa bile, yine de göz bunları algılar, salt karanlığı ise algılayamaz.

4) Büyüklüğü (miktar) 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) nesneler görünürler; ancak hava gibi tamamen saydam olanlar ise görünmezler. Saydam olanlardan göze gelen her şey de görünmez, tıpkı suya batırıldığında gözün suyu göremediği gibi.

Kural: Opak her nesnenin rengi vardır.

6) Gözle görülebilecek bir mesafede bulunan aynı boyutlardaki iki nesneden biri görünürken, diğeri görünmeyebilir. Bunun nedeni görünenin diğerinden daha parlak renkli ve ışığının da daha kuvvetli olmasındandır. Başka türlü böyle olmaz.

7) Eğer iki nesne, aynı renkteyse, aynı ışık altında ve aynı uzaklıkta bulunuyorlarsa ve birisi diğerinden daha büyük ise, doğal olarak söz konusu mesafede daha büyük olanı görünecek ve daha küçük olanı ise görünmeyecektir.

8) Göz dönük yüzeyinde nakışlar, resimler, noktalar ve çizgiler bulunan algılanabilir uzaklıktaki bir nesne, eğer tedricen 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

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

de daha parlak hale gelir. Gözle algılanamayacak kadar küçüldüğünde ise artık seçilemez. Rengi, parlaklığı ve görünüşü karışık hale gelir ve en sonunda tamamen görünmez hale gelir.

9) Algılanabilir bir uzaklıkta bulunan bir nesne, ayrıntıları belirginleşecek ve ne olduğu tam olarak anlaşılacak şekilde, göze doğru yaklaştırıldığında, bu yakınlaşmaya koşut olarak, nesnenin görüntüsü ve kısımlarının gözdeki algısı da büyür ve algı bulanıklaşır. Eğer bu yaklaştırma gözle birleşinceye kadar sürerse, o zaman da nesnenin algısı ortadan kalkar.

10) Gözü hastalıklı olmayan bir kimse, gözü hastalıklı olan bir kimsenin algılayamadığı nesneleri de algılar. Hastalığa bağlı olarak algının nitelikleri de değişir. Bunun ayrıntısı görme kusurları kısmında verilecektir.

11) Gözün tam karşısında bulunan bir nesne, eğer gözün algılayabileceği bir hızda hareket ediyorsa, göz o nesneyi algılar. Eğer nesnenin hızında gözün algılayamayacağı kadar bir artış olursa, göz o nesneyi algılayamaz. Ancak [hızlı olmasına karşın] mermi gibi bir nesnenin varlığı, merminin geçtiği mekân ister durağan ister hareketli olsun, geçiş sesi, fırlatıcının durumu veya yöneldiği hedef gibi kesin delillerle bilinebilir ve geçtiği mekânda görülebilir.

12) Algılanan nesneler ve göz arasında yayılan ışınlar koni oluştururlar. Bunu şu deneyle gösterebiliriz: Bir duvarın yüzeyine eşmerkezli, gittikçe büyüyen daireler çizelim ve çapı bu dairelerden en küçüğü kadar olan düzgün yüzeyli 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 yaklaştırıldığında kendisinden daha büyük bir daireyi örtecektir. Göze daha da yaklaştırılırsa daha büyük bir daireyi örter. Bu durumda örtülen dairenin çapının örten dairenin çapına oranı, örtülen dairenin göz merkezine olan mesafesinin örten dairenin göz merkezine olan mesafesinin oranına eşit olur. Eğer dairelerin çevresini birleştiren doğrular bir noktada yani gözbebeğinin merkezinde geçselerdi bu oran böyle olmaz, koni özelliği gerçekleşmezdi. Görünen nesnelerin dairesel olması gerekmez, nesnelerin benzerliği yeterlidir. Ayrıca her iki nesne, farklı olmamak üzere, görüntü doğrusuna göre aynı yönde eğik olabilir. Bu özellik yukarıda anlatılanlarla açıklık kazanır.

13) Beyni tahrip olan bir kimse nesneleri alışılagelen renklerden farklı görür. İşin doğrusu budur. Sözü uzatmak işi karıştırmaktan başka bir şeye yaramaz.

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

İkinci Bölüm

İkinci bölüm, ışığın ve yayılımının özellikleri hakkındadır. On sekiz kısımdan oluşur.

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 anlaştığı bir töz (cevher) değildir. Aksine o bir ilinektir (araz). 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 nesnelerden 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 zerrecikleri ya da duman ile bulanıklaştırılmış olsun. Bu durumda, ışın çizgilerini açıkça görmek olanaklı olur. Bunların -itibari- doğrultularını, yayılım yönünde düzgün bir cetvel ya da ip germek yoluyla belirlemek olanaklıdır. Yüzeydeki ışınların doğrultuları da bu şekilde belirlenebilir.

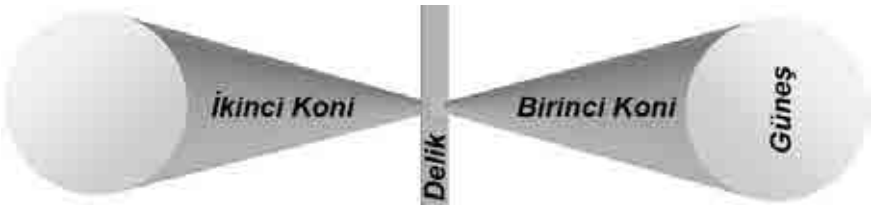
Eğer, hava saf ise, böyle bir durumda deliğe yakın bir yerde, gelen ışını, cetvelin

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 ya da 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 ışıkta 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 karşılayacak şekilde hareket ettirilmesini gerektirir. Böylesi durumlarda itibar edilen şudur: Işığın, cetvelin üzerinde bulunan gölge ve ışıklı kısımların arasındaki ortak kesitin görünebilmesi için, birinci ve ikinci opak nesnenin arasındaki alanda bir opak nesneyle kesilmesidir. Bu durumda, uzantıların (ışın doğrultularının) doğrusal olduğu açığa çıkar. Bir eğim ya da 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 bir parçasındaki yayılımdan daha fazladır. Büyük parçadaki yayılımın yarattığı aydınlık, küçük parçadan çıkan yayılımın yarattığı aydınlıktan daha yeğin olur. Bu durum, Ay'ın 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, Güneş'in kütlesinin çok büyük olması ve yüzeyindeki her bir noktadan ışın çıkması dolayısıyla, deliğin çapından daha büyüktür. Bu yüzden Güneş ve delik arasında ve benzer şekilde delik ile ışığın düştüğü yer arasında birer koni oluşur. Işığın düştüğü yerler



Eklenen Şekiller 13: Işın Konileri

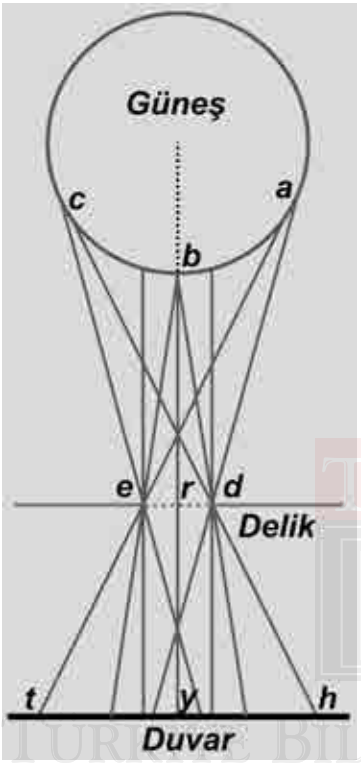
TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

daha çok aydınlık olur ve buradan uzaklaştıkça salt karanlık oluşuncaya kadar gittikçe zayıflar. Bunu şöyle bir deneyle kanıtlayabiliriz:

Beyaz düz bir perde üzerine, en küçüğünün çapı deliğin çapı kadar olan eşmerkezli daireler çizelim. Güneş'ten çıkan ışıklar, deliğe yaklaştıkça birbirlerine yakınlaşacaktır. Delikten giren ışınları, delikle perde arasında birkaç noktada keselim. Öyle ki 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 uzaklaşılırsa, 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. Öyle ki 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 kadar yakın bir mesafede ışığın dağılmasıyla ortaya çıkan bu algı, evrenin merkezine olan uzaklığının çok fazla olduğu düşünüldüğünde, Güneş'in kütlesinin gerçekten ne kadar büyük olduğunu gösterir. *Zât-us Sukbeteyn* denilen aletle Güneş'in ve ayın çapını bilmek olanaklıdır. Aynı şekilde bunların uzaklıkları da *Zat-üş Şubeteyn* adlı aletle yapılacak paralaks ölçümleriyle bilinebilir. Aynı deney geceleyin deliğin çapından daha büyük bir ateşin aleviyle tekrarlandığında çevredeki ışık parlaklığın azalması olgusunun ışık kütlesinin büyüklüğünden kaynaklandığı görüldü. Her iki deneyde aynı yöntemle yapıldığı için ulaşılan sonuçlar da farklı olmadı. Delik kısmen örtüldüğünde duvardaki ışığın da zayıfladığı, deliğin daha büyük bir kısmı örtüldüğünde de ışığın daha da çok zayıfladığı gözlendi.

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.



Şekil 1

Bu ve bundan sonraki problemleri açıklamak için: ***a-b-c*** Güneşin ışınlarının ***b*** noktasından deliğe doğru yayıldığı yüzeyi, ***e-d*** deliğin çapı, ***r*** deliğin merkezi, ***d*** noktası Güneş'in ***a*** yönünde, ***e*** noktası ise ***c*** yönünde bulunsun; ***h-t*** de ışığın düştüğü duvar olsun. Güneş'in ***a-b-c*** dairesine a noktasında teğet olan ve deliğin ***d*** noktasından geçerek duvara ulaşan; benzer şekilde, ***c*** noktasında teğet olan ve ***e*** noktasından geçerek duvara ulaşan doğru çizelim. Bu ***a*** ve ***c*** noktaları ***a-b-c*** yayının sınırlarıdır. Bu ikisinin dışında ***d-e*** deliğine gelen ışınların önemi yoktur.

Aynı şekilde biri ***b-c*** yayına teğet olan ve ***d*** noktasından geçerek duvarın ***h*** noktasına uzayan ve diğeri de ***a-b*** yayına teğet olan ve ***e*** noktasından geçerek duvarın t noktasına uzayan iki doğru daha çizelim. Bu ***h-t*** noktaları ***a-b-c*** yayından duvara ulaşan ışınların öteye geçemediği sınırı belirler.

Şimdi de ***b*** ve ***r*** noktalarını birleştirip h-t üzerindeki y noktasına kadar uzatalım. Sonra da deliğin ***d*** ve ***e*** noktalarının her birinden ***b-y*** doğrusuna paralel ve ***h-t*** duvarını kesen iki doğru çizelim. Benzer şekilde, ***b*** ile ***d*** ve ***b*** ile ***e*** noktalarını birleştirerek ***h*** ve ***t*** noktalarına uzatalım. Böylece ***h-t*** duvarına dik olan ***b-y*** doğrusu onu iki eşit parçaya böler ve bu durumda birbirine benzer karşılıklı iki üçgen oluşur. Bu böyle olsun.

Şimdi de, ***b-y*** doğrusunu eksen kabul edip, sınır çizgilerini de tam bir daire oluşturacak şekilde bu eksen etrafında döndürelim. Bu durumda ***a-d-c-e*** şeklinin deliğe gelen ışınlardan oluşan; buna karşın geriye kalan ***d-h-e-t*** şeklinin de duvar ile delik arasında kalan bir koni oluşturduğu görülecektir. Güneş'in ***a-b-c*** yüzeyinden ***d-e*** deliğine gelen ışınlar, ***a-d-e-c*** konisinin iç kısmında birbirini kesen ışınların toplamından oluşur. Birbirinden uzaklaşan ışınlardan ***d-e*** deliğine gelenlerin toplamı ancak delikten girebilenlerin toplamı kadardır. Buna karşın ***a-b-c*** yayının ***d-e*** kirişini oluşturan kısmında çıkan paralel ışınlar

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

ise ancak ***b-r-y*** ekseninin her iki tarafından çıkanlar kadardır. Bundan dolayı dik ışın y'nin çevresindeki paralel ışınlar arasında yer alır. Gittikçe birbirinden uzaklaşan ***b-e*** ve ***b-d*** doğrularının ötesine düşen ışınlar zayıf olur. Birbirini kesen ışınlardan ***c-h*** ve ***a-t*** doğruları arasında kalanların dışındakiler ise çok daha zayıf olur. Eğer delik genişletilecek olursa, gelen ışın miktarının artmasından dolayı ışığın yeğinliği de artar. Özellikle de paralel gelenlerin sayısı artar. Bu ilke, bu bilimin problemleriyle ilgili pek çok kuşkuyu ortadan kaldırır.

Yine bilinmelidir ki bilim insanları, konuya ilişkin *gölge ve karanlık* adıyla makaleler yazmışlardır. Ne var ki onlar ***d-e*** deliğini gölgesi ***h-t*** üzerine düşen opak bir nesne olarak ele almışlardır. Bu durumda konum tamamen farklı olduğundan, deney de tamamen farklılaşacağı için, elde edilecek sonuç da bizim ulaştığımız sonuçtan farklı olacaktır. Işık yüzeyin bütününden çıksın ya da çıkmasın, yayılım küresel olsun ya da olmasın bu hükümler gerçekleşmezdi. Belirtmek istediğimiz de budur.

Diğer bir deney: Üzerinde delik bulunan bir levhaya, silindir şeklindeki bir borunun ucunu delikle örtüşecek şekilde lehimleyelim. 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 ettirirsek, 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 yayıldığının, ışığın hem ışıklı nesnenin tümünden hem de kısımlarının her birinden yayıldığının 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, ışığın, kendinden ışıklı nesnenin bütününden, yani kısımlarının her birinden yayılmasıdır. Bundan dolayı dağılım kaçınılmazdır ve büyüme söz konusu olur. Eğer ışıklı nesnenin çapı deliğin çapı kadar ya da ondan daha küçük ise, ışınların deliğe girme ve çıkma yönlerinde farklılıklar olması kaçınılmazdır. Bu durumda daha önce söz konusu edilen durum geçerlidir. Bilindiği gibi, ışığın yeğinliği alanın boyutuyla ilgilidir.

7) Işıklı bir cisimden çıkan ışık, basit tek bir öze sahiptir ve bilfiil kısımlardan

ya da geometrik ışık doğrularından oluşmaz. Eğer daha önce söz konusu ettiğimiz gibi geometrik noktalardan oluşsaydı, 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 oluştuğunu söylememiz isabetlidir.

8) Kendinden ışıklı bir nesneden çıkan ışık, kaynağından kısımlara ayrılsa sadece zayıflar; ancak niteliğinden hiçbir şey kaybetmez. Bu husus daha önce yapılan deneylerle belirlenmişti. Bu ışıklara birincil ışıklar denir ve bunlar hem ışıkların hem de yeğinliklerinin sıralanmasında ilk sırayı alırlar.

9) Gündüz birincil Güneş ışığının girmediği mağaralar ve benzeri yapılar aydınlık olurlar. Aynı şekilde, tam fecir vaktinde yeryüzü hava aracılığıyla aydınlanır. Yerden yükseldikçe, ışık miktarı da artar ve aydınlık ortaya çıkar. Henüz yer aydınlanmadan önce, yükselen Güneş'in doğrudan (birincil) ışınlarıyla duman ve buhar kütleleri aydınlanır ve buralardan yansıyan ışınlarla yeryüzü de aydınlanır. Böylece anlıyoruz ki, gündüzler yeryüzü ve ışığa karşı olan duvarlar Güneş'ten gelen ışıkla aydınlanmaktadır. Binaların ve mağaraların içlerini aydınlatan da buralardan yansıyan ışıklardır. Bunu şöyle bir deneyle gösterebiliriz: Güneş ışığının girebileceği bir delik ve bir kapısının dışında girmenin mümkün olmadığı bir oda alalım. Burası deney odası olsun. İçeri girip deliği ve kapıyı kapatalım, bu durumda karanlık oluşur. Eğer deliği açarsak, Güneş ışığı içeri girer ve biz karşımızdaki duvar ve yerin üzerinde ışıklı bir alan oluştuğunu ve odanın bütünüyle ilkinden daha zayıf bir ışıkla aydınlandığını görürüz. Eğer ağzı delik, içi boş, düz bir nesne alırsak ve nesnenin ağzını, nesnenin boş kısmının dışında başka ışıklı yer kalmayacak şekilde, odaya giren ışığın üzerine yerleştirirsek, ışıkla örtüşen ağzın karşısındaki yer hariç, odanın aydınlığı kaybolur. Söz konusu nesneyi kaldırırsak aydınlık geri gelir; ışığı görürüz. Eğer ışık odanın bir noktasında yoğunlaşırsa, onun karşı tarafı da ilkinden daha zayıf bir ışıkla aydınlanmış olur. Bu durum düzenli olarak Güneş, gezegen, ateş ve ışığı yoğun her nesnede görülür. Bu ve benzeri [yansıyan] ışıklara ikincil ışıklar adı verilir ve bunların yeğinliği birincil ışıklara göre daha zayıftır. İkincil ışıklar yansıdıkları opak nesnenin renginin parlaklığına [veya matlığına] bağlı olarak kuvvetli ya da zayıf olabilirler. Ancak hiçbir zaman, yeğinlikleri birincil ışıkların yeğinliğine ulaşamaz.

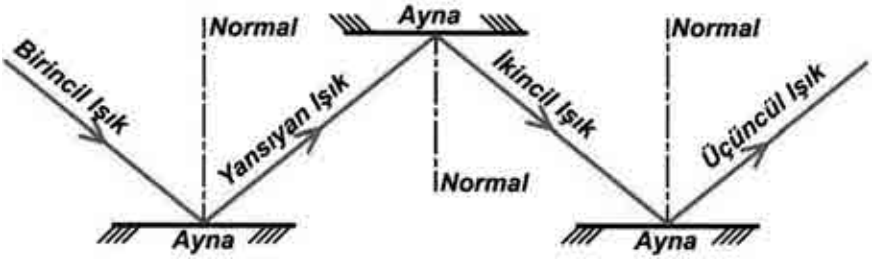
10) Karşısında bulanan bir opak nesnenin üzerine düşen ışınlarda da, küresel yayılımın birinci kuralı geçerlidir ve yayılımları da doğrusal hatlarda olur. Bu

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

ışınlar, örneğin ayna gibi parlak bir yüzeyden yansıyan ışınlara da benzemezler. Çünkü parlak yüzey ışığı yansıtır ancak bir kısmını da yutabilir. Bu konu inşallah ikinci kitapta ele alınacaktır. Diğer bir husus da bu ışınların ikincil ışınlardan oluştuğudur. Bunu şöyle bir deneyle gösterebiliriz: Işığın bir delikten içeri sızdığı bir deney odası alalım. Işığın düştüğü yere, alanı tamamen kaplayan ve yüzeyinin genişliği ışığın düştüğü yerin genişliğinden daha büyük olan gümüşten yapılmış düz pürüzsüz bir levha koyalım. Bu durumda, deney odasının duvarlarına beyaza çalar bir aydınlığın yayıldığını ve ikincil ışığın düştüğü yerin miktarının birinci ışığın düştüğü yerin miktarına yakın olduğunu görürüz.

Eğer, içi boş bir nesneyi, yayılımın doğrultusunda, ışığın sızmasını önleyecek şekilde yerleştirilirse, yayılım küresel olmaz ancak tam karşısındaki noktaya doğru yayılmaya devam eder. Bununla birlikte, gümüşün parlaklığının şiddetinden dolayı, yansıyan ışığı beyazla karışmış olarak algılarız. Eğer levhayı kaldırırsak yayılan ışığın bu beyazlık niteliği de ortadan kalkar. Işık kaybolur ve odanın aydınlığı da daha önceki aydınlık durumuna döner. [İkincil ışığın] yayılımı doğru bir hat boyunca 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 ışınların da bir doğrultu üzerinde, tıpkı birincil ışınların bir doğrultu üzerinde yayıldıklarını kanıtlandığı gibi deneyle gösterilebilir.

11) Bu ikincil ışıklar, yansıtıcı nesneden, birincil ışıklarla aynı niteliklere sahip; ancak onlardan daha zayıf olarak doğarlar. Bu husus da şöyle bir deneyle gösterilebilir: İkincil ışığın bir delikten sızarak, deliğin tam karşısındaki bir yere düştüğü bir deney odası göz önüne alalım. Işığın düştüğü bu yer ışır ve odanın tamamı yayılan zayıf bir ışıkla aydınlanır. İkincil ışıklarla yapacağımız bir deneyle bunların niteliklerinin tümünü belirlemek mümkündür. Bu ışıklar, daha



Eklenen Şekiller 14: Çoklu Yansıma

önce belirttiğimiz gibi, yeğinliğinin azalması dışında birincil ışıklara benzerdir. Bunlara üçüncül ışıklar adı verilir. Böylelikle nihayet gözün algılayamayacağı bir duruma kadar dördüncül, beşincil vs. diye ışıklar dizilirler.

12) Birincil ışıklar, içinden geçtikleri nesnelerin renklerine bağlı olarak, renkli olabilirler. Bunun böyle olduğunun açıkça ortaya çıkması için, *Güneş*, *Ay*, *Mars*, *Satürn*, *Jüpiter*, *Kalbü'l-Akreb*[6], *Debaran*[7] ve *Şir'a-ül-Yemeniye*[8] gibi gök nesnelerinin ışığını gözlemlemek yeterlidir.

13) İkincil ışıklar, birincil ışıkla aydınlatılmış olan opak nesnenin rengini de taşırlar ve aynı zamanda, bu durum ışığı gölgelenen beyaz bir nesnede çok açıkça hissedilir. Eğer bu beyaz nesnenin önüne, ortalama olmayan bir uzaklığa birincil ışıkla aydınlatılmış beyaz bir nesne konursa, beyaz nesne erguvani (açık mor), reyhani (açık yeşil) ve filiskin (nane yeşili) renklerine benzer parlak bir renge bürünür. Bu renklerin beyaz nesne üzerinde çok daha belirgin olduğunu bir deney odasında sınayabiliriz. Eğer duvarlar, ışığın düştüğü yere art arda birini koyup diğerini kaldırmak suretiyle parlak renkli nesneler ile aydınlatılırsa, duvardaki parlaklık üzerinde bu nesnelerin renkleri ortaya çıkar. Bu ışıklı yer, duvara yakın olursa renkler daha kuvvetli görünür. Bu durum, ışığın düştüğü yerin rengine sahip bir yere beyaz bir nesne yaklaştırılarak da denenebilir. Bu durumda renkler o nesne üzerinde ortaya çıkar. Açığa çıkan bu durum, parlak renklerin nesnelerin bir ilineği olduğu hükmünün diğer bir kanıtıdır.

14) Yansıtılan (taşınan) renkler aslından daha zayıf olurlar ve uzaklık arttıkça zayıflıkta artar. Tamamen beyaz olan bir nesneye yansıtılan karışık renkler, renkli nesnelerde bulunan renklerden daha zayıf olur. Renkler ışık azaldıkça zayıflarlar ve sonunda gözle algılanamazlar.

15) Eğer ışık, saydam bir nesneye nüfuz ettirilerek, opak bir cisim üzerine düşürülürse, ışığın nüfuz ettiği nesnenin rengini de taşıdığı görülür. Tıpkı, bir hamamın penceresinden girip hamamın tabanına düşen ışıktaki renginde tanık olduğumuz gibi. Koyu renkli bir camdan geçip opak bir nesne üzerine düşen ışıkta da durum aynıdır. Renkler, ışığın düştüğü beyaz yüzeylerde, böyle olmayan yüzeylere göre daha net görünür.

6 Akrep takımyıldızının α yıldızı (Antares).

7 Boğa takımyıldızının α yıldızı.

8 Küçük köpek takımyıldızının α yıldızı.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

16) Ayna gibi yansıtıcı (parlak) bir yüzeyden yansıyan ışık, aynı zamanda, o 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 yansıma noktasında bu aynaların her birine özgü bir renk ortaya çıkar. Eğer ışığın düştüğü bu mesafeye yakın bir yere opak bir nesne konulursa ortaya çıkan durum tamamen değişir.

17) Saydam nesnelere nüfuz eden ışıkların düştüğü yerlerden ışıklar yansır. Bu ışıkların nüfuz ettiği yerlerden de tıpkı parlak bir yüzeyden ikincil ışıkların yansıması gibi, ikincil ışıkları doğar. Bu durum daha önce söz konusu edilen deney odasında ışığın düştüğü yere konulacak renkli saydam bir nesneyle denenebilir. Bu renkli nesne beyaz bir nesneye yaklaştırılırsa nüfuz edilen yönün dışındaki birkaç 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 nesneler rengin suretini alabilirler. Örneğin, nesne tarafından bozulmaya uğratılmadığı sürece, eğer nüfuz eden ışık yeşilse, nüfuz ettiği saydam nesne de yeşil renkli olur.

18) Renklerin net olarak algılanabilmesi için ışığın varlığı şarttır. Işık ortadan kalktığında renk de kalkar. Bazı bilim insanları rengin gerçekte var olmadığına, göz ile ışığı birbirine bağlayan ilineksel bir bağ olduğuna, bu bağdaki renklerin gerçekliğinin olmadığına, gökkuşağı renklerinde ve hamamdaki buğuda gözlenen yeşil renk misali, göz tarafından algılanan bir yanılsama olduğuna inanır. Dolayısıyla ışığın varlığı rengin varlık nedenidir. Çünkü daha ileride ele alınacağı gibi bu renkli yaylar ışığın kırılması ve yansıması sonucu oluşurlar. Yansımanın ve kırılmanın özellikleri de yine ileride ele alınacaktır.

İki kez yansıyan ve iki kez kırılan ışığın her bir konumunda, ışık ve gözün konumunun değişmesiyle değişen; ancak algılanamayan özel bir durum oluşur.

Bu durum fildişi beyazında, kömür siyahında, yakut kırmızısında ve zümrüt yeşilinde söz konusu değildir. Çünkü bu renkler her konumda sabittirler, asla değişmezler. Ancak ıstırap halinde kanın hızlanması sonucu canlılığın ortaya çıkması ve cildin parlaklık kazanmasıyla yüzde beliren *hacel*[9] 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 *vecel*[10] sarısında da kanın çekilmesiyle ciltte bir parlaklık belirir. Bu her iki renk de gerçekliği olmayan iki renktir. Çünkü bu iki renk de herhangi bir konumda, herhangi bir ışıkta ve göz ile ışığın herhangi bir konumunda algılanabilmektedirler. Işıkların renklerinin farklılığından dolayı 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 söylenecek çok şey 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 dendiğinde 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.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

9 Utanma ya da sıkılma anlarında insanların yüzlerinde beliren kızarma durumunda oluşan kırmızılık.

10 Korkma anlarında insanların benizlerinin sararması durumunda oluşan sarılık.

Üçüncü Bölüm

Üçüncü bölüm, göz ve ışık arasında oluşan göreli özelliklere ilişkindir ve altı kısımdan oluşur.

1) Eğer göz, ufuktan yükseldikten sonra Güneş'e, üzerine Güneş ışığının düşüp de göze yansıdığı 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 yöneltilirse görünen nesnelerle göz arasında sanki bir perde varmış gibi olur ve buradaki nesneler gerçek boyutlarıyla algılanamazlar. Daha sonra durum aşama aşama eski haline döner. Gözlemlenen bu durum, kuvvetli bir ışıkta ya da bir odadaki geniş bir delikten gökyüzüne doğru bakıldığında da söz konusu olur. Bu gözlemlerden ışığın göze etki ettiği sonucu çıkar.

2) Eğer göz, üzerine Güneş ışığının düştüğü bir sırada koyu yeşil, erguvani, sarı veya benzer parlak renklerden birisine pür dikkat bakarsa ve daha sonra da dikkatini gölgedeki beyaz bir yere yöneltirse, oradaki nesneyi de renkli olarak görmeye başlar. Ancak bu renkli yerin konumu ışın dikmesi, yani herhangi bir yöne bakıldığında o bakılan yönde ortaya çıkan koni ekseni üzerinde olur.

3) Yıldızlar, gece görünüp gündüz görünmezler; çünkü Güneş ışınları gözü alır ve bu da yıldızların algılanmasını engeller. Bu nedenle, karanlık bir kuyunun dibinde bulunan bir kimse, bütün yıldızları gözünün doğrultusunda ve kuyunun ağzında toplanmış gibi görür.[11] Kuvvetli bir ateş de aynı şekilde geceleyin

11 Eskiden yıldızları gündüz gözlemek amacıyla derin kuyulardan yararlanılırdı. Konuyla ilgili olarak bkz. Aydın Sayılı, "The Observation Well", *A. Ü. Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi*, Cilt: 11, 1953, s. 146-159.

yıldızların görünmesini engeller, eğer ateş örtülürse görüntü geri gelir. Bu nedenle, ortalama bir uzaklıktaki kuvvetli ya da zayıf bir ateş geceleyin görünebilirken, gündüz Güneş ışığının yayılımından dolayı görünmez. Bundan da kuvvetli ışığın, ışığı zayıf olan bazı nesneleri gözün algılanmasını engellediği sonucu çıkar.

4) Yüzeyinde çok zayıf ve ince bir nakış bulunan parlak bir nesneden göze doğru ışınlar yansıdığında, göz oradaki nakşı 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 yakınlaşılırsa, renkli saydam nesnelerin renklerinin taşınmasında, durumun aynı olduğu görülür ve ateşböceğinde de aynı durum söz konusudur. Deniz hayvanlarının bazısı da geceleyin ışıldar. Bunların ışığı gündüzleri ve geceleri lamba ya da benzeri bir aydınlatıcının ışığında görünmez.

Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

Sonuç

Kuvvetli ışığın bu özellikleri nedeniyle bakılan nesnelerin bazı ayrıntıları veya görsel niteliklerinin bir kısmı görünmez. Buna karşılık zayıf ışık ise bakılan nesnelerin bazı ayrıntılarının ortaya çıkmasına neden olur.

5) Bir yüzeydeki bazı silik yazılar ve çok ince nakışlarda renk açığa çıkmayabilir. Böyle durumlarda, eğer orada ışık da zayıfsa göz onları algılayamaz, buna karşılık, kuvvetli ışıkta ise bunlar görünür hale gelir. Kısacası kuvvetli ışıkta bakılan yerde pek çok ayrıntı ortaya çıkar.

6) Göz, yoğun nesnelerin parlak renklerini kuvvetli ışıkla algılar. Bu durumda görüntü zayıf ışıktaki görüntüden daha parlak, daha mükemmel ve daha tam algılanır. Aksine, karanlık mekânlarda ise görüntü daha zayıftır. Benzer bir durum saydam değerli taşlar için de söz konusudur. Eğer ışığın doğrultusu üzerinde bulunan renkli saydam nesneler bulunuyorsa ve beyaz bir nesneye bakıyorsak, bu durumda kuvvetli ışık altında o nesnenin gölgesinde renkli saydam nesnenin sureti ortaya çıkar; eğer ışık zayıflarsa renk yerine sadece nesnenin gölgesi görünür. Benzer şekilde, tavus kuşunun tüyleri ve bukalemunun derisi

de üzerine düşen ışığın parlaklığının ve bulundukları ortamın farklılığından dolayı göze farklı renklerde görünür.

Genel sonuç

Gözün baktığı nesnede algıladığı suret, bakılan nesne, göz ve bu ikisi arasında bulunan havadaki parlak ışıktan dolayıdır.

TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

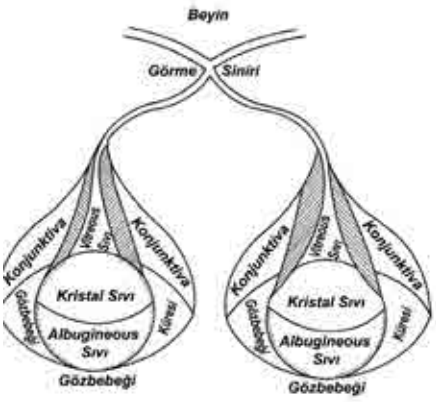
TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Dördüncü Bölüm

Bu bölümde görme organı olan insan gözünün diseksiyonu (teşrih) anlatılacaktır. Beynin önünde yer alan göz, tabakalardan, zarlardan, çeşitli organlardan ve beynin ön kısmının iki tarafına konuşlanmış eş iki görme sinirinden oluşur. Sinirlerin her biri beyin zarından oluşmuş birer tabakadır ve gözün girişinde görünen kısımla son bulurlar. Sonra bu ikisi birleşir ve tek bir görme siniri oluştururlar. Daha sonra bu sinir eşdeğer iki görme sinirine ayrılır ve bunlardan her biri birer göz çukuruna doğru uzarlar ve huni şeklinde göz çukurunu doldururlar. İç kısmı gökkuşağı gibi rengârenktir ve bundan dolayı gökkuşağı (*kavs-i kuzah*) adı verilmiştir. Göz küresi bu noktada bütünüyle bir küre oluşturur ve sinirlerle birleşmiş durumdadır. İki gözün her biri yedi kısımdan oluşur.

Birinci Kısım: Büyük çukuru dolduran yumurtaya benzer yağlı bir ettir ve yağ tabaka denir.

İkinci Kısım: Siyah, oyuk, yuvarlak bir küredir; ancak bazen de ela ve mavi renkli olur. Bu kısım ince bir bağ dokudan oluşur, fakat çok seyreltik değildir. Onun iç kısmının tümsek yeri gözyuvarıyla (*mültehime*) bitişiktir ve iç kısmı boştur. Çukur yüzey kaygan bir zarla kaplıdır. Gözyuvarı, giriş kısmının dışında kalan bütün yüzeyi kaplar. Bu kısma gözbebeği (*inebiye*) denir.



Şekil 2

Burada iki delik vardır. Bunlardan biri önde diğeri ise gittikçe genişleyerek huniye benzeyen sinire bitişik olarak arkadadır.

Üçüncü Kısım: *Karniye* adı verilen ve tümüyle gözbebeğinin önünde yer alan beyaz boynuzumsu saydam bir zardır. Gözyuvarının önünde de durum aynıdır.

Dördüncü Kısım: Sıkıştırılmış sıvıdan oluşmuş yumurtaya benzer küçük bir küredir. Buz katılığında ve fazla saydam olmayan bu kısma göz merceği (*celidiye* veya *beridiye*) adı verilir. Görme organının ilki su dolu bu kadeh biçimindeki tabakadan oluşur. Göz merceği tam küre değil, aksine yüzeyinin ön kısmı tıpkı bir merceğin şişkin kısmı gibi bombelidir. Geriye kalan kısmı ise küre yüzeyinden daha büyüktür ve yüzeyinin ön kısmının konumu gözbebeği girişinin (*sukb el-inebiye*) konumuna benzer.

Beşinci Kısım: Göz merceğinin ötesindeki sinirin boş kısmını dolduran sıvıdır. Bu sıvı erimiş cama (*zücac el-zayb*) benzer ve camsal sıvı diye adlandırılır.

Altıcı Kısım: Hem zücaciye hem de celidiye sıvılarının fazlasını içeren son derece ince bir zardır. Örümcek ağına benzediğinden *ankebutiye* tabakası diye adlandırılır.

Yedinci Kısım: Gözbebeğinin çukur kısmının ön tarafından geriye kalan boş kısmın sıvısıdır. Göz merceği ve gözbebeği arasında bulunur ve yumurta akına benzer. Bundan dolayı da yumurtamsı sıvı (*rutubet el-beydiye*) diye adlandırılır. Göz diseksiyonunun özeti budur (*Şekil 2*).

Diyorum ki, göz merceğinin (*rutubet el-celidiye*) görünen yüzeyindeki saydam tabakanın (*karniye*) küresel kısmının içbükey tarafına bitişik olan gözbebeğinin konumuna uygun bir biçimde ışık gönderildiğinde, bu ikisinin merkezlerinin tek olduğu görülür ve bu ortak merkez çevredeki kasların tümünün gözyuvarını hareket ettirmesiyle değişmez.

Sonuç olarak, göz iki ünlü doktorun görüşüne göre dört tabakadan oluşmuştur: Gözyuvarı (mültehime), örümcek tabaka (ankebutiye), gözbebeği (inebiye) ve saydam tabaka (karniye). Üç tane de sıvı vardır: Camsal sıvı (zücaciye), buzsal sıvı (celidiye) ve yumurtamsı sıvı (beydiye). Yetkin doktorlara göre ise göz yedi tabakadan oluşur: Sert tabaka (sulbe), "damar tabaka (müşemmiye), ağ tabaka (şebekiye), örümcek tabaka (ankebutiye), gözyuvarı (mültehime), göz bebeği (inebiye) ve saydam tabaka (karniye). Eğer bu organ ve yapısı hakkında ihtilaf oluşursa, ondaki her bir ayrıntının özelliğinin adıyla açıklanması gerekir. Ancak bu anlatımdan arzu edilenden fazla bilgi bulunduğundan, ortaya çıkacak atalet korkusundan dolayı daha fazla ayrıntıya girmedik. Allah bilir.

Beşinci Bölüm

Görmenin nitelikleri hakkındadır ve dört kısımdan oluşur.

1) Önceki bölümlerde, kendinden ışıklı bir nesnenin ışığının karşısındaki her bir yöne doğru yayıldığı belirtilmişti. Benzer şekilde, eğer göz böyle bir nesnenin karşısında bulunuyorsa, o nesnenin yaydığı ışıkların göze ulaştığında, göze etki yaptığından ve gözün de ancak, nesneden kendisine doğru gelen suretleri algılayabilecek özelliğe sahip olduğundan söz edilmişti. Aynı şekilde, nesnelerin renginin ışığa bağlı olduğu ve gözün de her bir rengi ancak kendisine ışıkla birlikte ulaşan bu suretlerle algılayabildiği de açıklanmıştı.

2) Göz tabakaları, gözün ön kısmının nesnelerle temas halinde olmasından dolayı saydamdır [geçirgen]. Bu tabakaların ilki olan *karniye*, ışık ve rengin suretinin yer aldığı hava ile temas halindedir. Saydam nesnelerin tabiatında ışık ve rengi kabul etme ve görüntüleri arkalarına geçirme özelliği vardır. Bu özellik sayesinde 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, nesneleri, onların yüzeyindeki ışık ve rengin kendisine ulaşmasıyla algılar. Biz, renklerin beyaz nesnelerin üzerine ışıkla birlikte taşındığında görünebildiğini ve ortaya çıkan suretlerin ışık kaynağına yaklaştıkça daha belirgin olduğunu gözlemledik. Eğer göz ışık kaynağına yakınlaşırsa, benzer oluşumlar bu kez *celidiyede* meydana gelir.

4) Eğer kuvvetli bir ışığa bir süre için sadece bir gözümüzle bakar, sonra da sarı renkli bir nesneye dönersek, 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. Bu durumda şunlar kanıtlanmış olur: Gözün karşısında olmamasına karşın, ışığın sureti algılanabilmektedir. Öyleyse *celidiye* ışıktan etkilenmektedir. Ayrıca algının ortak sinirin etkilenmesiyle olmadığı, diğer göz ile de suretleri görmek gerektiği belirlenmiş oldu.

Hasan (İbnü'l-Heysem, Allah Rahmet Eylesin) dedi ki: Tutulma sırasında gözünün tekiyle uzun süre Güneş'e bakan birisinin gözünde Güneş'in bir sureti oluşur. Bu gözüyle diğer bir yere baktığında ise aynı görüntüyü baktığı yerde de görür. Bu sureti kapatacak kadar bir nesneyle göz kapatılırsa, gözde o görüntü uzun bir süre daha devam eder. Diğer gözde ise böyle bir şey söz konusu değildir. Bu durum etkilenme sonucu olduğuna göre, demek ki diğer göze ışık nüfuz etmemiştir. Öyleyse bu durum *celidiye* tabakasının sadece saf sıvıdan oluşmadığını, sıcaklıkla sıvısının tamamen boşaldığı veya seyrekleştiği anlamına gelir. Sıcaklığa maruz kaldığında, göz katılaşır ve kireçleşir; sıcaklığa maruz kalmayan göze göre küçülür ve beyne benzer bir görünüm kazanır. Geriye kalan iki sıvı (*zücaciye ve beydiye*) da ya boşalır ya da akıcı bir tortu haline gelir ve göz hunisi boyunca yayılarak ince sinirsel bir nesne, bir öz (asıl) olarak kalır. Bununla birlikte, benzer bir nesneleşme göz sıcaklığa maruz kalmadan önce veya sıcaklığın duyumsandığı ancak kristal sıvının henüz boşalmadığı anda da gerçekleşebilir. Bu durumda beyin inceliğinde, ancak saydam sıvı niteliğinde olmayan bir madde oluşur. Bunun nedeni son derece duyarlı olan görsel ruh ile zayıf aydınlatılmış nesnelerin renklerinin suretleri arasındaki etkileşimdir. Ayrıca ruhu içinde, görsel ruhu beyne ve suretleri de birinden diğerine taşıyan cisimciklerden oluşan bir organ vardır. Bazı opak nesnelerde durum böyle olmasa da, suretler ve ışıklar ancak bütünüyle opak ve kaba olan nesnelerde ortaya çıkarlar; ancak bazen ince nesneler de ışığın izdüşümünü kabul edebilirler.

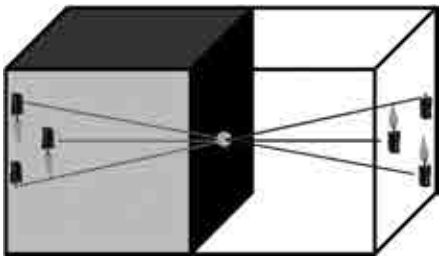
Görme duyusunun dışında kalan dört duyu algısı, bütünüyle duyumu oluşturan nesnenin yarattığı etkilenmeyle gerçekleşir. Dokunma ve tat alma duyularıyla ortaya çıkan durumlar göz önüne alındığında bunun böyle olduğu görülür. Örneğin, koku duyumu kokunun karışmış olduğu havayla temas edilmesiyle, işitme duyumu ise sesi çıkaran ve sesi alan arasında oluşan hareket sonucu ortaya çıkan dalganın niteliğine bağlı olarak oluşur. Nitekim büyük düşünürlerin ve bu konuda ileri gelenlerin tümünün ortak yargılarıyla, algı bir etkilenme

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

olarak kabul edilmiştir. Buna karşılık, görme duyumu ise ışıkla yüklü suretin kristal sıvıya (*rutubetu'l-celidiye*) ulaşmasıyla oluşan etkinin algılanmasıyla ortaya çıkar. Işıkla yüklü renklerde de durum aynıdır. Saydam nesneler de aynı şekilde parlarlar ve göz bu parlamayla karşılaştığında bakışını oradan kaçırır. Saydam nesneler daima ışığı yansıtan nesnenin suretini taşır. Bu nedenle ışığın gözden çıktığı savı gereksiz bir düşünce olarak kabul edilmiştir. Yine aynı şekilde, kuvvetli ışıkların gözde yarattığı acının da etkilenme türünden bir algı olduğu belirlenmiştir. Alışkanlığın yarattığı kolaylıkla, gözün yeğin olmayan [yumuşak] ışıklara daha kolay uyum gösterdiğine şüphe ve tereddüt yoktur. Duyular bu ışıklara alışkın olduğundan, bu ışıklar duyuları ne rahatsız eder ne de acı verir. Geometri uzmanları ilkelerin düzenlenmesinde ve matematik bilimlerden yararlanarak sonuçlara ulaşılmasında öncü olmuşlardır. Bu konunun incilerini elde etmek için insan doğasını engelleyen derin denizlerin karanlıklarına dalarak, ulaşılamayacak düzeydeki yüce ve onurlu cevheri çıkarmış ve insanın üstün gücünü ve onurlu yönünü göstermişlerdir.

Bazı bilginler, bu bilimin temelinin ve ilkelerinin ilahi bir vahiy ile insanların teamüllerinde var olduğunu 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 nesneyi algıladığını, göz ile nesne arasında belirli bir mesafe olması dolayısıyla da, duyu yoluyla algının gerçekleşmesi için fiziksel temasın gerektiğini, bu nedenle gözden bakılan nesneye bir şeylerin gittiğini [çıktığını] ve onunla temas ederek, suretini göze getirdiğini savundular. Benzer şekilde optik biliminin pek çok problemini göz ve bakılan nesne arasındaki ışınların oluşturduğu koni aracılığıyla çözdüler. Ancak koninin kaynağı ve hedefi meselesinde ve duyuların sağladığı duyumların nitelikleri hususunda doğa bilimlerinin kurallarının denenmesini önemsemediler. Konuyla ilgili gerçekleri yazmadıkları gibi, ışığın kaynağı hakkında sessiz kaldılar ve konunun zor olması ve özen gerektirmesi nedeniyle de ayrıntılara inmediler. Oysaki bu hususlarda tartışmak her akıl sahibine açıktır.

Görme, gözden çıkan bir şeyle oluyorsa, o zaman bu varsayımın zorunlu sonucu şu olur: Gökyüzüne baktığımızda, gözümüzden evrenin yarısına yakın bir kısmını dolduracak kadar madde çıkıyor, buna karşılık gözde hiçbir eksilme olmuyor, göz kapatıldığında da bu madde ortadan kalkıyor ya da bakışın olduğu yere (göze) geri dönüyor demektir. Gökyüzüne bakarken, sabit yıldızları içine alan bir daire çizildiğine göre, gözden çıktığı kabul edilen madde, bu mesafe boyunca hareket ederek bu zaman diliminde sabit yıldızlar feleğine



Eklenen Şekiller 15: Karanlık Oda

ulaşıyor demektir. Bu olanaksız ve saçma bir düşüncedir. Eğer, çıktığı söylenen şey maddesel değilse, bu durumda da herhangi bir maddeyle karışmaksızın duyumsanması imkânsız olurdu. Çünkü duyum sadece canlılar içindir ve gözden bir şeylerin çıktığı da kesin delillerle kanıtlanmış değildir. Aksine herhangi bir kanıt veya düşünceye dayanmaksızın oluşturulmuş saf bir zandır. Bu zan, bu hususta dal budak salan problemlerin açıklanmasında yetersiz olduğu gibi, söz konusu iki farklı görüşün senteziyle elde edilecek delillere dayanarak, göz ile bakılan nesne arsında bulunan ortamdaki ışıkların nitelikleri de belirlenemez. Görme, bakan ve bakılan arasındaki ışınların oluşturduğu koniler aracılığıyla gerçekleşir; ancak, ışığın kaynağı ve hedefi konusunda iki yaklaşım arasında anlaşmazlık vardır. Daha önceden de söz konusu edildiği gibi, bu kolay bir iş değildir. Ancak, bu hususta yazmak, belirlemelerde bulunmak, haberdar olmak üzerimize bir görevdir. Fârâbî'nin *Cem ve Tevfik*[12] adlı çalışmasında işaret ettiği gibi, bu durum hakikatte bir ayrışım ve anlaşmazlık konusudur. Bu hususta işrakilerin sözleri ise herhangi bir delile dayanmayan bir iddiadır. Doğrusunu Allah bilir.

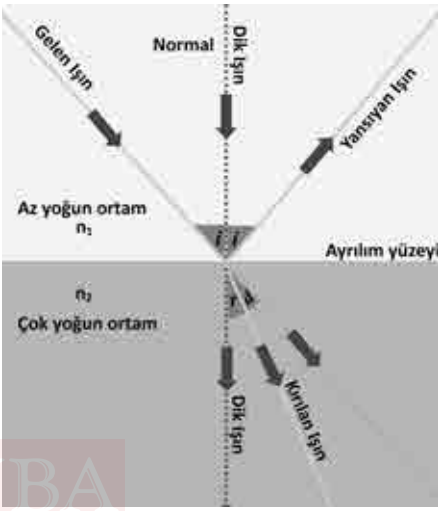
Bu bölüm, sonuçta pek çok şüphenin ortadan kaldırıldığı dört problem içerir:

1) Burada söz konusu edilen sorunun cevabı, ışıkların suretini saydam nesnelerin kabul etmediği, renklerin de boya ve değişim türünden olmadığı, aksine düzlem yüzeylerde taşınabilir olduğudur. Bir ışık kaynağının ışığı ve rengi karşısındaki bütün yerlere doğru, başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki saydam ortam içerisinde kesişen veya paralel olarak yayılan ışın çizgilerince birbirlerine karışmaksızın taşınır. Işığın yoğun ortamlarda görülmesi ve buna karşın saydam ortamlarda görülmemesi gibi rengi de görülmez. Bu hususu deneyle göstermek için ikisi arasındaki duvarda tek bir noktadan başlayarak diğer yöne doğru uzayan bir delik bulunan iki karanlık oda alalım. Eğer deliğin karşısındaki duvar üzerine lambalar konulursa, deliğin karşısındaki duvar üzerinde di-

12 Fârâbî'nin Aristoteles ve Platon'un görüşlerini uzlaştırmaya çalıştığı makalesi, *Kitâb fi Cem'i Beyne Re'yey el-Hakimeyn* başlığını taşımaktadır ve Mahmut Kaya tarafından Türkçeye çevrilmiştir. Bkz., "Eflatun ve Aristoteles'in Görüşlerinin Uzlaştırılması", *Felsefe Arkivi*, 24, 1984, ss. 221-255.

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

ğer odadan uzayan yön boyunca farklı konumlarda ışıklı noktalar ortaya çıkar. Eğer bunlardan biri söndürülürse, o lambanın tam karşısında bulunan yerdeki ışık da ortadan kalkar; tekrar yakılırsa, görüntü geri gelir. Bu ışıklar delikten birbirlerine karışmaksızın geçerler ve belirli bir konuma düşerler. Eğer delik ve lambalardan birinin arasına yeşil renkli bir cam koyup deliğin diğer tarafına da beyaz opak bir nesne tutarsak, bu renk yalnızca o lambanın ışığının bu beyaz nesnenin üzerine 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 ilk camın kestiği ve ayırdığı yerin dışındaki yerlerin ışığı değişmez. Buna göre, renkler delikte karışmamaktadır. Ancak lamba ve üzerine renkli camların ışığının düştüğü beyaz opak nesne arasındaki havanın saydamlığında karışırlar ve bundan sonra da ya tek bir renk olarak ya da karışmış olarak seçilmez hale gelirler.



Eklenen Şekiller 16: Kırılma Geometrisi

2) *Celidiye*nin saydamlığının suretleri kabul etmemesi, diğer saydamlarda ve geriye kalan tabakalardan farklıdır. Çünkü bu tabaka, suretlerin içerisinde geçtiği hava aracılığıyla duyarlılaşmakta ve kuvvetli ışık etkisine maruz kaldığında da acı duymaktadır. Dolayısıyla bu tabaka, görsel duyumun alındığı bir mekândır; ancak Güneş ışığı gibi yoğun bir ışığa maruz kaldığında bu özelliğini kaybeder. Hatta böyle bir durumda, yani gözün, Güneş'in ya da çukur aynada yansıtılan ışığın karşısında açıldığında -yüksek sıcaklık ve yakıcılıkta ortaya çıkan ve çok bilinen- kısas durumunda olduğu gibi, bu tabakada yoğunlaşma oluşur ve geriye renkli opak bir şey kalır. Böyle bir durumda göz tamamen işlevini yitirir. Olağanüstü sıcaklıkta kızartılan ya da pişirilen etin gittikçe beyazlaşması durumunda gözlemlendiği gibi, sıcaklık onu yakar ve kireçleştirir. Bu durumda geriye kalan saydamlık hiçbir şekilde renklerin ve ışıkların izlenimlerini alamaz. Bunun açıklaması daha önce yapılmıştı.

TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

3) Duyularımızla çok çeşitli görsel nitelik (mana) algılarız. Ancak [bunlar] 22 başlık altında toplanabilir: Işık, renk, mesafe, konum, kütle, şekil, büyüklük, ayrıklık, bitişiklik, sayı, hareket, sükûnet, katılık, yumuşaklık, saydamlık, opaklık, karanlık, gölge, güzellik, çirkinlik, benzerlik ve farklılık.

4) Görmenin gerçekleşmesi için, ışığın *karniye* tabakasından nüfuz ettikten sonra doğrusal olarak yayılması yeterli değildir, ayrıca ışığın nesnenin suretini taşıması ve görme konisinin ekseninde bulunması gerekir. Çünkü bu ışının dışında kalanlar kırılır. Bu bilimin uzmanları buna "kırılma" adını vermişlerdir. Bununla ilgili ayrıntılı bilgilendirme daha sonra gelecektir.

TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

Altıncı Bölüm

Tanrının yaratımından kaynaklanan görme kusurları hakkındadır. Göz, baktığı nesneyi dokuz şekilde algılar.

Bunlardan birincisi ortalama uzaklıktır. Kusurlar incelendiğinde ise on türlü olduğu görülür:

1) Ortalama mesafeden daha yakında olma, **2**) Ortalama mesafeden daha uzakta olma, **3**) Konum, **4**) Işık, **5**) Miktar, **6**) Opaklık, **7**) Göz ve nesne arasındaki ortamın saydamlığı, **8**) Gözün sağlıklı olup olmaması, **9**) Zaman, **10**) Algılayanın ruh durumu.

1) *Yakın algılama mesafesi*, gözün baktığı nesnenin ortalama mesafeden daha yakında olması durumudur ve bu da bir saç veya post kılını algılama mesafesidir.

2) *Uzak algılama mesafesi*, gözün baktığı nesnenin ortalama mesafeden daha uzakta olması durumudur ve bu durumda eğer bir fersah[13] uzaklıktaki bir dağın zirvesi bir çivinin boyu kadar görünüyorsa, o zaman nesnenin büyüklüğü bir dağın görünen yüksekliğine eşdeğerdir. Burada görünen yükseklik dendiğinde dağ zirvesinin bulunulan yerden yüksekliği anlaşılır.

3) *Konum*, görme durumunda bakan ve bakılan arasındaki özel konumdur.

4) *Işık*, ışığın görünen nesne üzerinde parlamasından dolayı gözün görememesi.

13 Değişik mesafelere karşılık gelen bu uzunluk, örneğin denizde üç millik bir mesafedir. Gerçekte mil 1609.35 metrelik bir uzunluktur. Deniz mili ise 1852 metredir. Bu anlamda fersah mil olarak 1609.3534828 metre ederken, deniz mili olarak da 18523=5556 metrelik bir mesafeyi belirtmektedir. Ancak bu uzunlukların dışında birçok ülkenin adıyla anılan değişik pek çok uzunluğu belirten fersahlar da vardır.

5) *Miktar*, görmenin belirgin olması için uygun miktarda bir büyüklük gerekir.

6) *Opaklık*, görünen nesnenin opak olmasıdır. Opaklık çok yoğunsa görünmeyi sağlar; saydam olan nesneler de görünebilir; ancak, bu durumda nesnenin saydamlığı gözün saydamlığından daha fazla olmalıdır. Bu durumun su içindeyken oluşan görmeyi de kapsayıp kapsamadığı hava ile denenemez. Göz, saf billur gibi sudan daha yoğun olan nesneleri algılar.

7) *Göz ile nesne arasındaki ortamın saydamlığı*, göz ve bakılan nesne arasındaki saydam ortamdır. Varlığı varlıktan uzaklaştırmak, onun yerine yokluğu getirmek anlamına gelmez. Bazı kimselere göre, boşluk vardır ve bunun da bir nedeni ve şartı vardır. Oysa biz ışığın bir ilinek olduğu ve varlığı için bir şeye gereksinim duyduğu konusunda şüphe olmadığını söylüyoruz. Boşluk yoktur ve yokluk onun yerine ikame edilemez. Ancak ilinek olarak yokluk yerine ikame edildiği için saydam ortam gereklidir.

8) *Gözün sağlıklı olup olmaması*, eğer gözler bozulursa görme tamamen ortadan kalkar. Gözler bazen her hangi bir şekilde renkli ve yoğun buhar içeren ortamlarda bulunduğunda yaşarır, daha sonra söz edileceği gibi, böyle durumlarda da gözün görme özelliği ortadan kalkar.

9) *Zaman*, algı takdir edilen belirli bir zamanda gerçekleşir. Bu durumda algının oluşması, görünen nesnenin suretinin gözde kalıcılığıyla (daimiliğiyle) mümkündür.

10) Algılayanın ruhsal durumu, insan algılanana yöneldiğinde ne kadar çok gaflet, dalgınlık ya da uyku hali söz konusu ise ve bu durumda göz önünde de bir şeyler olup gidiyorsa göz onları fark edemeyecektir. Eğer bu durum kalıcı hale gelirse, bu nedenler de bilinirse, gözlerden biri normal şekilde açılıp kapansa, bu esnada da bir hata meydana gelir.

Niteliklere bağlı olarak oluşan algılama kusurları şu başlıklar altında incelenebilir:

1 ve 2) Yakın ve uzak algılama mesafesi: Uzaklığın artması durumunda ışığın etkisiyle, örneğin ateş yağmuru, göktaşı ve meteor bir gezegen olarak görünebilir. Eğer sabit bir ışık, bir lamba ışığı ya da ağır ağır seyretmekte olan bir şeyin ışığında bakılırsa bu görüntüler yok olur. Bu örnekteki ışıklı nesneler, bu türden ışıklar altında net olarak algılanamazlar. Diğer nitelikler gereği, yakınlaşmanın artması durumunda görüş açısının büyümesinden dolayı bu nesneler büyük hacimli olarak görünürler. Bu açı göz merceğinin yüzeyinde bulunan gözbebeğinin gerektirdiği açıdan daha büyüktür. Bu büyüme arttıkça, ona bağlı olarak

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

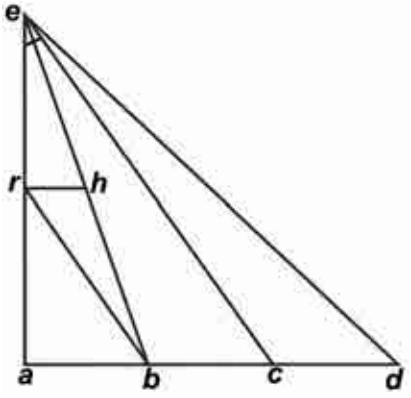
önce nesne belirsizleşir ve sonunda da seçilemez hale gelir ve ışık, renk, biçim ve geriye kalan bütün nitelikler birbirine karışır.

Renge bağlı olarak ise, lenf bezi benzeri çeşitli çok ince birbirine yakın renkli çubuklardan oluşan et, bu renklerden oluşan tek renkli bir nesne olarak görünür. Yine renksiz olan bir nesne gökyüzü gibi renkli görünebilir. Bunun sebebi, karanlık bir yere nüfuz eden kuvvetli bir beyazlığın siyah bir leke olarak ya da aynı yüzeyde bulunan rengin soluk olarak görünmesi gibi, ayırt edilebilecek bir belirginliğin bulunmamasıdır. Eğer gölgenin üzerine Güneş ışığı düşerse, bunun aksi olur, yani karanlık daha kuvvetli, gölge de siyah ya da solgun bir leke olarak görünür.

Uzaklığa bağlı olarak ise, gerçekte birbirinden uzakta bulunan *Deberan* ve *Venüs* gibi iki parlak gök nesnesi, aralarında binlerce fersah mesafe olmasına rağmen, birbirine yakınlaşıyormuş ya da bitişiyormuş gibi görünür. Göz ve bakılan nesne arasındaki ortamın saydam olması dolayısıyla nesnelerin 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 nesneler varsa, bu durumda göz ortalama görme mesafesinin 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 söz konusu edilen yoğun nesne üzerindeki konumları belirlenemez. Çünkü bu durum, koni ekseni doğrultusunda meydana gelmektedir ve bundan dolayı da onların benzeşmeleri ve boyutlarının iç içe geçmesi gerekir.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
Türkiye Bilimler Akademisi
www.tuba.gov.tr

Konuma bağlı olarak ise, bir yöne ya da tersine doğru eğimli bir yüzey, kendisi aracılığıyla görmenin oluştuğu ışın konisinin eksenine dik olduğu zannedilen yönde görünür. Bunun sebebi de iki uzaklığın birleşmesidir.



Şekil 3

Kütle ve büyüklüğe bağlı olarak ise, iki eşit şeyden daha yakından

olanı uzak olandan daha büyük görünür. Söz konusu edilen nesneler, *a-d* çizgisi üzerindeki *a-b*, *b-c* ve *cd* eşit doğruları olsunlar. Göz merkezi *e* olsun. Bunlardan *a-b* göze daha yakın olanıdır. Bu durumda *ab>bc* ve *bc>cd* olur. Bunun kanıtı şöyle yapılabilir: *e-a*, *e-b*, *e-c*, *e-d* doğrularını çizelim ve *b* noktasından *e-c* çizgisine paralel *b-r* doğrusunu çizelim. Bu durumda (*a-b*)/(*b-c*) = (*a-r*)/(*r-e*) olur. Ayrıca (*a-b*) = (*b-c*), (*a-r*) = (*r-e*), (*b-r*) > (*e-r*) ve [(*r-e-h*) açısı] > [(*r-b-h*) açısı] = [(*b-e-c*) açısı] ilişkileri geçerlidir. Bu nedenden dolayı (*a-b*) mesafesi (*b-c*)'den ve (*b-c*) mesafesi (*c-d*)'den büyük görünür. Aynı şekilde (*a-b*) mesafesi (*c-d*)'den çok büyük görünür. Bu da bizim göstermek istediğimizdir. Daha sonra (*a-b*)'ye paralel (*r-h*) doğrusunu çizelim. Benzer dik üçgenlerden (*e-r*)/(*a-e*) = (*r-h*)/(*a-b*) yazılabilir, burada ayrıca (*e-r*) = (*a-e*)/2 geçerli olduğundan (*r-h*) = (*a-b*)/2 ilişkisi yazılabilir. Şu halde e noktasında göz (*r-h*) ve (*a-b*) nesnelerini aynı görüş açısı altında eşit görse de biri diğerinin yarısı uzunluğundadır.

Aynı görüş açısı altında görünen iki nesne eşit büyüklükte görünür. Eğer bu iki nesne dairesel yüzeyliyseler ve onlardan birisinin çapı diğerinin çapının yarısı kadarsa, alanlarının oranı 1/4, hacimlerinin oranı ise 1/8 olur. Bununla birlikte göze iki eşit şey olarak görünürler. Görünüşte Güneşin hacmi Ayın hacmine eşit görünür. Ay hacminin Güneş hacmine oranı 1/1000'den daha küçük olarak algılanır. Bu husus görme açısının darlığından kaynaklanır. Öyle ki göz merceğinin yüzeyindeki konik üçgenin kenar konumu algılanır mesafede ortadan kalktığı hissedilir bir noktadan daha küçük olur.

Şekle bağlı olarak ise, 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 yüzeylerden her biri de düz bir yüzey olarak görünür. Bunun nedeni de, daha önceden geçtiği üzere, uzaklığın büyümesidir. Dörtgen, dairesel ya da bunların dışındaki düz bir yüzey, eğer yüzeyin çaplarından biri görmenin oluştuğu koni ekseniyle çakışıyorsa, düz bir çizgi şeklinde görünür. Bu durumda maddi bir halka, çap ekseni koni ekseninin bulunduğu yüzeyde yer aldığı sürece, doğru parçası olarak görülür. Bu durumda da ne olduğu seçilemez ancak boyutları belirlenebilir. Tanımlanması için konum açısının bilgisine gereksinim vardır. Eğer teşhisi sağlayan konumda eğriler bulunursa, belki de görünüş dairesel olur ve bunun sebebi de onun açılarının bütününe oranından küçük olmasıdır. Açıktır ki, küçük olan büyük olandan daha önce ortadan kalkar. Aynı şekilde, parça da bütünden önce ortadan kalkar. Bu şekil, bu iki açının yokluğundan dolayı bilfiil dairesel olur. Bundan dolayı, ortalama uzaklıkta farklı görünür.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Ayrıklık ve bitişikliğe bağlı olarak, üzerine farklı renkli parlak uzun şeritler çizilen renkli bir nesne soluk renkli görünür. Yine, aralarında açıklık bulunan yan yana dizilmiş levhalar da birbirine bitişmiş gibi tek bir nesne olarak görünür. Bunun birinci sebebi, renklerin parlaklığının boşlukları görünmez kılmasıdır. İkinci sebebi de, bu uzaklıkta levhalar arasındaki mesafenin ortadan kalkması ama bütünün gözden kaybolmamasıdır. Bu husus, sayı ile ilgilidir.

Hareket ve sükûnete bağlı olarak yıldız gibi gerçekte hareketli olan bir nesnenin sakin görünmesidir. Bunun sebebi hareketli olanın diğer şeylere göre aldığı mesafenin çok küçük olmasıdır. Çünkü nesnenin kat ettiği yay, görünen üçgenin kenarlarına olan oranla algılanır ve bu da hissedilemeyecek kadar küçüktür. Duran bir nesnenin hareketli görünmesi hakkındaki açıklamalar ise inşallah ileride gelecektir.

Katılık ve yumuşaklığa bağlı olarak ise, katı olan yumuşak görünür. Bunun sebebi katılık algısını oluşturan ince niteliğin gizlenmesidir. Yumuşak olan da katı görünür, örneğin kirpinin dikenleri gibi ustaca yapılmış bir surettin, ipek bir tel, uzun biber teli ya da bu nitelikteki diğer bir nesne zannedilmesi gibi. Bu durumda eğer suret yumuşak bir yüzey üzerindeyse, katılık algılanmaz. Bunun sebebi de, katı olanın suretinin üzerinde bulunduğu yumuşaklığın daha kuvvetli olan algısına benzerliğidir.

Saydamlık ve opaklığa bağlı olarak, saydam parlak beyaz bir nesnenin billur gibi görüneceği söz konusu edilmişti. Bunun aksine ise belirli bir uzaklıktaki billur da beyaz opak bir şey zannedilebilir. Bunun sebebi de ortalama görme mesafesinde müdrikenin bu iki nesne arasında ayırım yapamamasıdır. Bu husus diğer saydam nesnelere ilişkin kırılma problemlerinde ele alınacaktır. Burada kastedilen nüfuz etme, ışıkların mutlak değil, özel nüfuzudur.

Karanlık ve gölgeye bağlı olarak, gölge olan karanlık, karanlık olan da gölge görünür. Bu problem renk meselesinde söz konusu edilmişti.

Güzellik, çirkinlik, benzerlik ve ayrıklığa bağlı olarak, nesnelerin bazı kısımları kendisinde bulunan niteliklerin zıddıyla görünür. Geriye kalanların bir kısmı da kendilerindeki niteliklerin zıddıyla nitelenir. Bazı renkler zayıflar, zıt renkler ya parlar ya da güzelliğinden dolayı zıt bir görsel nitelikle güçlendirilerek görülür. İki sıfattan biri kaybolduğunda diğeri açığa çıkar.

3) *Konum*: Işık konusunda söz konusu edilen özel konum, eğer eğimi ortalama olan bir yüzeyse ve bu yüzey üzerine birbirine yakın çok sayıda lamba

yerleştirilmişse, koni ekseni doğrultusunda bulunmalarından dolayı, mumların arasındaki mesafenin iç içe geçmesi nedeniyle bakan kimse bunların alevlerini tek bir ateş parçası olarak görecektir. Alevin renginin açılmasıyla, bunların arasındaki açıklık da azalmış olur.

Renge bağlı olarak, ortalama 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 görüş 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 konusunda bu daha önce açık olarak belirtilmişti.

Konuma bağlı olarak, eğimi ortalama olan bir yüzey üzerinde eğimli küçük bir nesne varsa 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 eğimli olmasından daha çok eğik görünür ve her iki eğim tek bir yönde birleşmiş olur. Bunun nedeni, eğimin ya yeryüzüne ya da eğik düzleme itibarla tek bir hat oluşturmasıdır. Eğimin ortalama olması dolayısıyla, nesnenin yüzeyindeki noktalar ve kısımlar koni eksenine doğru yakınlaşırlar. Nesnelerin yakınlaşması ve benzeşmesi sonucu, eğik düzlemin eğimi konusunun salt göz algısıyla incelenmesinde pek çok şüphe ortaya çıkabilir.

Kütleye bağlı olarak, bir tuğla ve duvar, karşı taraftan, yan yana olduğundan daha büyük görünür. Mercek benzeri nesneler için de durum aynıdır. Çünkü mercek yan yüzeyden, şişkin kısmından göründüğünden daha küçük görünür. Aynı şekilde büyük sütunlar temellerinden bakıldığından küçük nesneler olarak görünürler. Bunun da nedeni açıktır.

Şekle bağlı olarak ise eğik yuvarlak bir halka ve benzer şekilde ağzı yuvarlak bir tas ya da bir kâse, basık elips olarak görünür. Bunun nedeni, onun çapının, üzerinde bulunduğu koni eksenine dik olması ve eksen doğrultusunun da olduğundan daha kısa algılanmasıdır. Aynı zamanda bu çapın her iki yönündeki sağ ve sol kirişler de kısalmış görülecektir. Bu durumda bu yuvarlaklık (tas ağzı vs.) basık olarak görünür. Eğim artıkça yüzey de tek bir düz hat gibi görünmeye başlar. Bu nedenle eğimi artırılan her yüzey eğimin tersi yönde basık hale gelir. Aksi yönde eğilen elips daire olarak görünür.

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

Büyüklüğe bağlı olarak, birbirine eşit iki uzunluktan konum olarak daha uzakta olanı, yakında olanından daha kısa görünür. İkisi yakınlaşırlarsa daha yakında olanı -*diğerinden daha kısa olsa bile*- daha uzun görünür. Bunun açıklaması da verilmişti.

Ayrıklık hakkında daha önce anlatılanlar yeterlidir.

Bitişikliğe bağlı olarak, düz bir yüzeyin eğimine göre o yüzeye ayrı ayrı konulmuş eğimi fazla olan nesneler bitişik görünürler. Uzaklık yukarıda belirtilenden fazla olsa bile koni eksenine yakın oldukları için bitişik görünürler. Bu açıklama yeterlidir. Sayı konusu da buraya girer.

Hareket ve sükûnete bağlı olarak, eğer hareket halindeki gözün uzağında birbirinden uzak duran iki nesne mevcutsa, bu durumda daha yakında olan hareket yönünün tersi yönde, uzakta olan da hareket yönünde hareket ediyormuş gibi görünür.

Katılık ve yumuşaklığa bağlı olarak, büyüklüğe ilişkin söylenenler yeterlidir.

Saydamlık ve opaklığa bağlı olarak, düz bir görünüşte bir hata meydana gelmez. Ancak camdan yapılmış bir levhaya bakan bir kimse onu bütünüyle opak olarak görebilir. Bu da o nesnenin parçalarının opaklığından kaynaklanır. Eğer nesnenin saydamlığı tam ise bu durum söz konusu olmaz. Bazen, saydamlığın tam olması durumunda da opaklık algılanabilir; ancak bu kırılmayla oluşan ilineksel bir şeydir. Bununla ilgili ayrıntı ileride gelecektir.

Gölge ve karanlığa bağlı olarak, bu konuda da daha önce anlatılanlar yeterlidir.

Güzelliğe bağlı olarak, eğer güzel bir yüz, sırtüstü yatar gibi eğimli bulunuyorsa, ayakları tarafından bakıldığında, genişlemiş gibi görünür. Burnu kısalmış gibi olur ve hatta burnun tavşancığı neredeyse görünmez olur. Bu da açıktır. Yaradılışında eksiklik olan da çirkin görünür.

Çirkinliğe bağlı olarak, eğikliğin, "uzun bir şeyi kısa, ayrı olanı da bitişik" gösterdiğinden dolayı; eğer, iki nitelikten (güzellik ve çirkinlik) görünen çirkinlik ise bu konumda güzel görünecektir.

Benzerlik ve farklılığa bağlı olarak, güzellik ve çirkinlikte anlatılanlar yeterlidir.

4) *Işık:* Işığın çıkışının kuvvetli olduğu yönde olması durumunda, ışığa bağlı olarak, yıldızların ışığı gibi yalnızca geceleyin görünen nesneler, üzerlerine Güneş ışığı düşüp parladığında görünmez olurlar. Ateş böceğinde ve bazı deniz hayvanlarında görünen ışık, bunun güzel bir örneğidir. Bu tür nesneler gündüzleri

görünmediği için bakan kimse onların yok olduğunu zanneder. Oysaki eğer bu durum ışığın parlama yönünde oluyorsa, o zaman sadece bu nesnelerin gözden gizlenmesi gerekir, yok olması değil. Eğer kuvvetli bir yayılım olursa, bu durumda zayıflamayla birlikte, duyumun da ortadan kalkması gerekir. Büyük bir ataşe yaklaştırılan lambanın alevinde de durum aynıdır.

Renge bağlı olarak, eğer ışık renkli bir şeye doğru çıkarsa, bu durumda bu rengin gözlenmesi gerekir. Eğer bir zayıflama söz konusu olursa, bu durumda lambanın ışığı orada bir renk ortaya çıkarmaz ancak yalnızca saf dağılmış bir sarılık oluşturur ve bu sarılık beyaz olarak görünür.

Ortalama uzaklığa bağlı olarak, eğer ışık kuvvetlenme yönündeyse, asla hata olmaz; eğer zayıflama yönündeyse, o zaman mana da bir belirsizlik ortaya çıkar ve hata meydana gelir.

Konuma bağlı olarak, eğer ışığın konumu bakan kimsenin karşısında bulunan her yanı aynı beyazlığa sahip beyaz bir yüzey yönündeyse 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 görünür.

Bu renk çeşitliliği; ışığın tam karşısında bulunan yöndeki parlaklığının kuvvetlenmesi ve en uzakta bulunan yöndeki parlaklığının kuvvetlenmesi ve en uzakta bulunan yöndeki parlaklığının şiddetine yakınlaşılmasından kaynaklanır. Orada tümsek yerler, ışığın gelme yönüne çukur yerlerden daha yakındır ve bu konumdaki parlaklık, içbükey yerlerin gölgelenmesine neden olur. Bu da o levhanın üzerine düşen ışığı farklılaştırır ve bundan dolayı da rengin -de-değişik olduğu zannedilir.

Kütle, şekil ve büyüklüğe bağlı olarak, 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 ve belki de onların gözden kaybolmasını gerektirir.

Bitişiklik, ayrıklık ve sayıya bağlı olarak, kuvvetlenme ve zayıflama yönlerinde ışığın çıkmasıyla ortaya çıkan şey onun paralelinde bulanan şeyle kıyaslanarak bilinir.

Hareketli ve durağan olmaya bağlı olarak, ışığın çıkışının zayıflama yönünde olması hareketli bir değirmenin sakin görünmesini gerektirir. Aynı şekilde, eğer

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

değirmen sayısı çoksa ve onlardan her biri tek bir renge sahipse ve onlardan bir yöndekini diğer yöndekinden ayırt edecek bir işaret de yoksa bazısı hareketli bazısı da sakin görünür. Sesleri de birbirine karışmışsa ve hareketi sağlayan çark da suyun altında saklanmışsa, bu durumda onları hareket ettiren şey görünmez ve belki de hareketli olanın sakin, sakin olanın da hareketliliği şüpheli bir hal alır. Geriye kalan makalelerde ise ışığın zayıflamasından dolayı bir hata meydana gelir ve bunun nedeni de açıktır.

5) *Miktar:* Işık ve rengin algılanması miktarla orantılıdır. 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 olursa, alev ve küçük nesne görünmez.

Uzaklığa bağlı olarak, yayılım eğer büyüklük yönünde ise ve ortalama uzaklıkta bulunan iki büyük nesne birbirlerine yakınlaşıyorlarsa, bu durum da bunların arasında bulanan uzaklık bulundukları durumun tersi şekilde algılanır. Çünkü dağ gibi büyük bir nesnenin görünmesi için gerekli olan ortalama uzaklık bir dağ ile başka bir dağ arasında bulanan uzaklığın miktarıyla orantılıdır ve eğer bu yayılım küçülme yönünde olursa, bu durumda gözün baktığı nesneyi teşhis etmesi mümkün olmaz.

Konuma bağlı olarak, eğim, nesnenin büyüme ya da küçülme yönlerinde bulunan eğim miktarına bağlı olarak, düz bir çizgi olarak görünür.

Kütleye bağlı olarak, birbirinden farklı iki şey birbirine eşit iki şey olarak görünür. 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 nedeni olur). Örneğin bir haşhaş, küçük olmasından dolayı hissedilemez ve bunun nedeni de açıktır.

Şekil ve büyüklüğe bağlı olarak kenarlar, etrafa doğru uzaklaşmalarının gerektirdiği miktara bağlı olarak yuvarlak olurlar. Bu problemin incelemesi daha önce geçmişti. Boyları bakımından farklı olan iki şey, boylarındaki ortalamadan

dolayı eşit görünebilirler. Ancak böyle iki şeyin benzerliğinin kıyaslanmasını sadece göz algısıyla yapmak kolay değildir.

Bitişiklik, ayrıklık ve sayıya bağlı olarak, daha önceden de geçmiş olduğu gibi büyük bir şey ortaya çıkmaz.

Harekete bağlı olarak, yayılımın büyüme yönünde olması durumunda, eğer görünen yüzey yoğun yağmurun, rüzgârın ya da 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 durumda o sakin görünür. Çünkü hareket ancak bir taraftan diğerine intikal eden ya da o nesnenin yüzeyinde oluşan dalgalanmaya ya da nesnenin bir tarafının diğeriyle aynı hizaya gelmesine bağlı olarak ortaya çıkan değişimle, hareketle hissedilir. Bunlardan herhangi birinin varlığı da zorunlu olarak gerekmez.

Geriye kalan durumlarda, daha önce geçmiş bulunan ve analizi yapılan bir hata meydana gelebilir.

6) *Yoğunluk:* Bir hatayı gerektirmez, aksine o nesnenin bütün ayrıntılarıyla (niteliklerinin tümüyle) görünmesinin gerçekleşmesini artırır.

7) *Saydamlık:* Bundan kastımız, ışıkların saydam bir şeyin içine girdiğinde algılanamaması gibi, mutlak olarak gözün algılayamayacağı miktarda bir saydamlığın çıkmasıdır.

Işığa bağlı olarak, Güneş gibi kendinden ışıklı büyük bir nesnenin, çok uzağında bulunan yıldızları örtecek derecede saydamlık yayacağından şüphe yoktur. Bu örtülmeden dolayı göz bu nesneleri algılayamaz ve onların karanlık olduğu zannedilir. Tıpkı ayın örtülmesinde olduğu gibi.

Renge bağlı olarak, saydamlığın dışında, bu saydam şeyin renkli olduğu zannına yol açan bir renklenme de söz konusudur ve bunun sebebi de bellidir.

Uzaklığa bağlı olarak, düz, saf bir cam ya da bir mercek, ötesinde bulunanı ya uzaklaşmış ya yakınlaşmış ya da bunların arasındaki 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 şekle bağlı olarak, çok sayıda hata vardır ve bunların yeri de yine kırılma problemleridir.

Bitişiklik, ayrıklık ve sayıya bağlı olarak, yüzeyinde çizgiler ya da hatlar bulunan bir nesne, bu çizgiler ya da hatlar, çok ve saydam olmalarından dolayı tek

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

bir şeymiş gibi görünürler. Yani bu çizgiler ya da hatlar, ortadan kalkmış gibi olurlar. Burada anlatılanlar aynı şekilde sayı makalesi için de geçerlidirler.

Harekete bağlı olarak, eğer en üst derecede bir saydamlık söz konusu ise, şekillerin dışında orada bulunan renkler, sağa ve sola doğru yapılan herhangi bir hareketle oluşan dalgalanmadan dolayı solgunlaşırlar ve tıpkı Belkıs kıssasında söz konusu edilen dalgalı su gibi görünürler.

Durağanlığa bağlı olarak, iki kutbu üzerinde hareket eden saydam bir küre, eğer üzerinde bir şekil, bir toz ya da konumunu belirleyecek herhangi bir şey yok ise, sakin görünür.

Katılık ve yumuşaklığa bağlı olarak, saydamlığın çıkışı ile ilgili herhangi bir ize rastlanmaz.

Opaklık ve saydamlığa bağlı olarak, 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 dedi ki:

Cam inceldi, şarap şahane göründü.
Birbirlerine benzediler; durum karıştı.
Sanki şarap var bardak yok,
Ve sanki bardak var şarap yok.

TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

Gölge ve karanlığa bağlı olarak, nesnelerin görülememesinden dolayı bir şey ortaya çıkmaz; ancak kırılma yoluyla ortaya bir şeyler 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, yersel bir cevhere bakıldığında, saf bir su yükseldiğinde bünyesinde bulunmayan bazı nesneler de onunla birlikte açığa çıkarlar. Tıpkı deniz suyu yükseldiğinde, bu yükselmeye bağlı olarak o oranda da tuz ve diğer nesnelerin 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 durumlar bu hususların araştırılmasında çok dikkatli olunduğunda 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.

"Hafeşu" ya da "cehru (echeru)" adı verilen gündüz körlüğü (ki buna Farsça "ruzkorî" denir) bu hastalıklardan biridir. Burada algının zayıflaması söz konusudur ve bu durumda ortalama uzaklığın gözün tam görebilmesi için göze nispetle ortalama uzaklık olması gerekir. Gözün üzerine bir örtü gelirse, manada çoğalma olur ve hata meydana gelir. Eğer gündüzleri kuvvetli bir aydınlığa çıkarsa, görme gücündeki zayıflama artar.

"İ'şa", bu gündüz körlüğünün tersi bir hastalıktır. Yani geceleyin görememe durumudur. Buna Farsça "şebkur" denir ve gece körlüğü anlamına gelir.

"Havelu", şaşılık yani göz kayması ise tabii konumunun dışındaki bir yöne doğru iki gözün sinirlerinin 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 mekânı ya da mekânları suyla doluymuş gibi görür. Eğer bu tabaka (sıvı) opak halde bulunuyorsa, böyle bir durumda bulunan kimse nesneleri, renk ve şekillerine bağlı olarak tel tel iplik şeklinde ve sanki sinekler uçuşuyormuş gibi görür.

Benzer bir durum gözün karniye tabakasındaki bir yırtılma durumunda da ortaya çıkar ve o kimse sanki gözünde çok sayıda kıl varmış gibi görür ve -böylesi bir durumda- gündüzleri gözde büyük bir karaltı meydana gelir ve gözün önünde siyah bir silindir görüntüsü oluşur. Bu "hayalat" kırmızı, sarı, beyaz

ya da rengârenk bir şey olarak ya da daha pek çok türlü ortaya çıkabilir. Eğer yumurtaması sıvıda çok sayıda parçacıklar olursa, böyle bir durumda bulunan kimse, ortalama uzaklıkta bulunan tek bir şeyi çokmuş gibi görür.

"Kemur" hastalığı 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 kenarlara ve burun ucuna doğru kaymasıyla birlikte görüntüde de bir değişme olur. Tıpkı, daha önce söz konusu edilen şaşılıkta olduğu gibi, gözün yanlara doğru kaymasıyla birlikte gözbebeğinin de 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 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 birinin tek olarak görünmesi; ancak iki gözden çıkan konilerin eksenlerinin, nesnenin kendisi aracılığıyla göründüğü 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 dışındadır 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.

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

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 söz konusu edildiği kırılma konusunda ele alınacaktır. Benzeri bir durum, kırılma açısının büyümesine bağlı olarak nesnenin görüntülerinin de birbirinden uzaklaşmasıyla birlikte karniyenin yüzeyinde de söz konusudur. Bununla birlikte bakış, nesnenin üzerinde yer aldığı mekânın 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, 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 mütekabil 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 göründüğünü ve bu iki aynayı levhanın birleştirdiğini görürüz.

Burada söz konusu 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 bulundukları yöne göre, sağda bulunanların sola ve solda bulunanların da sağa doğru kırılarak birbirlerinden ayrıldıkları görülür ve bu konumda aynanın da bunların arasındaymış gibi göründüğü anlaşılır.

Aynı zamanda, iki yönün değişmesinden dolayı bu iki yüzey karşılıklı bir hal alır ve birleştikten sonra ışınlar birbirlerinden uzaklaşırlar. Aynadan bu uzak-

laşma 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 tarafı da sol gözün görmesine engel olur. Bundan dolayı, levha birbirine nispetle 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) *Zaman:* Hızlanma yönünde hareket eden bir merminin çıkış anını duyuyla belirlemek olanaklı değildir. Ancak burada hızdaki mutlak bir çıkışı kastetmiyorum. Çünkü mutlak diğer bütün duyuların duyumlarını ortadan kaldıran şeydir. Gerçekte hızlanma ekseni -belki de- merminin kütlesinden göze nüfuz eden bir eksendir ve bu nüfuz anı, hızın o nesnenin gözle algılanamayacağı kadar yüksek bir düzeye ulaştığında, artık hissedilemez. Eğer bu söz konusu edilen husus sabit olursa, o şüphelenmeyi gerektirir.

Işığa bağlı olarak, 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 nesnelerin algılanmaları ise onlara ait kuvvetli bir algı ve bir izlenimin ortaya çıkabilmesi için bir zamanı gerektirir. 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 görünürler. Yine bir topacın yüzeyindeki renkli bir nokta da onun renkli bir halka şeklinde görünmesini gerektirir.

Renge bağlı olarak, yakında bulunan renkler ve benekler karışmalarından dolayı sanki tek renkmiş gibi görünürler. Eğer karışım hareket sonucu olursa, bu durumda renklerle birlikte suretler de karışır. Yani karışımın onların suretlerine ilişkin olduğu zannedilir. Tıpkı bir topaç dönerken görünen halkanın, eğer topacın yüzeyi beyazsa, asli renklerden daha saf bir halka; eğer topacın yüzeyi siyahsa, o zaman da asli renklerden daha koyu bir halka olarak görünmesi gibi.

Uzaklığa bağlı olarak -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.

Konuma bağlı olarak, eğimi çok olsa bile, eğik bir şey göze paralel görünür. Bunun nedeni ise açıktır.

Kütleye bağlı olarak, çok küçük olan bir şey büyük ve çok büyük olan bir şey de küçük olarak görünür. Bunun nedeni de açıktır.

Şekle bağlı olarak, yuvarlak yağmur damlaları yere düşme esnasında salınan ipler şeklinde görünür. Bunun nedeni de ışık konusunda geçmişti.

Büyüklüğe bağlı olarak uzun olan kısa, kısa olan da uzunmuş gibi görünebilir. Bunu nedeni bellidir.

Ayrılık, bitişiklik ve sayıya bağlı olarak, 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 söz konusu 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 söz konusu olabilir ve bunun nedeni de açıktır.

Hareket ve sükûnete bağlı olarak, eğer hareket bakan kişi doğrultusundaysa, 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 nedeni de bilinmektedir.

Saydamlığa bağlı olarak, eğer bir fanus üzeri örtülmeden hızla hareket ettirilirse ve kenarları da beyaz ise, bu durumda onun arkasındaki şey görünebilir ve o saydam bir nesneymiş 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 durumlarla birlikte katılık ve yumuşaklığa bağlı olarak, algıdaki hatalı hareket onun görünen niteliklerinde ve mahiyetlerinde oluşuyorsa, bu durumda hata mahiyetiyle birlikte, onun gizli niteliklerinde meydana gelir. İşte hatanın sebebi de budur.

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

10) *Hayvani Ruhun Mizacı Hususu*: Hayvani ruh, insanın duyuları aracılığıyla duyumsadıklarına bağlı olarak oluşan algısının ortaya çıktığı yerdir ve bu ruh, algıda hata ve yanılgılara yol açabilir. Bu da insanın düşme, çarpma, bir sıvının (hılt) 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 söz konusu olduğunda, hızla insanın algılarında bozulma başlar ve nesneleri olduğundan farklı görür. Örneğin, kişi etrafındaki her şeyi, durağan 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 ya da doğal gaflet anında da durum aynıdır.

Işık ve renge bağlı olarak, ayın yeryüzüne düşen ışığı su zannedilebilir. Parlak altın parçaları da, isterse çok yakında bulunsunlar, ateş kıvılcımları ve benekli ya da siyah bir ip de yılan zannedilebilir.

Uzaklığa bağlı olarak, bazen, Ay bir duvar ya da bir dağın tepesiyle aynı hizaya geldiğinde, o şeyin tepesinde duruyormuş zannedilebilir.

Konuma bağlı olarak, düzgün bir duvar sanki düşüyormuş gibi eğimli görünebilir.

Kütle, şekil, büyüklük, ayrıklık, bitişiklik ve sayıya bağlı olarak, hatalar, daha önce anlatılmış olduğu gibi meydana gelirler.

Hareket ve sükûnete bağlı olarak, 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

TÜBA Türkiye Bilimler Akademisi Turkish Academy of Sciences www.tuba.gov.tr

halinde çok ince bir bulut girerse, bu durumda o kimse Ayı bulutun hareket yönünün tersi bir yönde seyrediyor, bulutu da duruyormuş gibi görür.

Yakında bulunan görünür şeylerde bu durumun nedeni hareket edenin tedrici olarak hareketin tersi bir yönde hareket ediyormuş gibi algılanması ve arz edilenle arz edenin 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 durumlarda, meydana gelen hatalar, daha önce geçenlerle kıyaslandığında sebepleri bilinebilir. Bunun açıklamasını yapmak büyük bir iş değildir.

TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

İkinci Mirsad

İkinci Mirsad, 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 izdüşümü 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 insanlarının bu konudaki görüşleri de böyledir. Ayna olarak bilinen parlak yüzeylerde de bu açıklama geçerlidir.

Konu, bir giriş ve altı bölümde ele alınmıştır.

TÜBA
TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Giriş

Giriş, yedi çeşit ayna hakkındadır. Bunlar "düz", "çukur küresel", "tümsek küresel", "çukur silindir", "tümsek silindir", "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.

TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

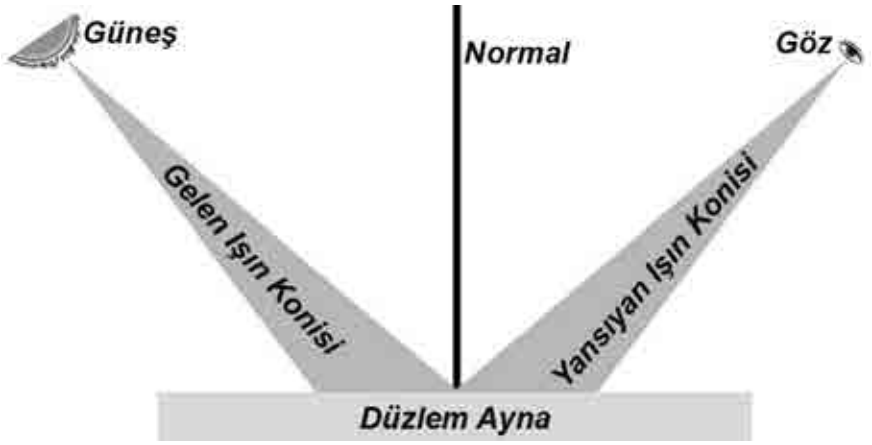
Birinci Bölüm

Birinci bölüm, yansıyan ışığın özellikleri konusundadır. Bu özellikler yedi tanedir.

1 ve **2**) Parlak bir nesnenin yüzeyine ışık düşürüldüğünde, yüzeyin konumuna bağlı olarak biri özel bir yöne ve diğeri de yüzeyin her tarafına 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 bir koni oluşturur. Bunu şöyle deneyebiliriz:

Yüzeyi son derece düzgün 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 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 böylelikle sonunda belirli bir mesafede son bulacak şekilde olmalı. Böyle bir durumda, ışığa eşit dairenin Birinci Kitap'ın İkinci Bölümü'nün Beşinci Maddesi'nde söz konusu edilen deney odasındaki delikten giren ışığın düştüğü yere konulan ve üzerinde iç içe geçmiş dairelerin çizili bulunduğu levhanın üzerindeki bir daireye eşit olduğu görülür. Eğer de-



Eklenen Şekiller 17: Gelen ve Yansıyan Işın Konileri

ney odasındaki deliğin çevresi ayna yüzeyindeki daireye eşitse ve mesafe de bu mesafeye eşitse bu söz konusu olur.

4) İki ışıktan her biri ışıkla birlikte renge de sahiptir ve o ışıktan yansımayla birlikte diğer bir ışık çıkar. Bu hususu deneysel olarak tetkik ettik. Yani bu ışık, Birinci Kitap'ta ikincil ışık adını verdiğimiz ışıktır. Özel ışık, yani yansıyan ışık hususuna gelince: Bu hususu deneysel olarak inceleyebiliriz: Bunun için, ister deney odasında bulunan delikten giren Güneş ışığını ya da gündüzleri deliğin çeperlerinden giren ışığı, ister çevreden yayılan ikincil bir ışığın odaya girmesi durumunu göz önüne alalım. Her bir durumda da ışığın düştüğü yere erguvani renkli bir nesne koyalım ve bu nesneye çok yakın olan; ancak ışığın nüfuz 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 ya 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 nesnelerde renk gizlenir.

5) Parlak ve düzgün bir yüzeyden yansıyan ışık, bu yansıyan ışığın çıktığı ışıktan daha zayıftır. Bunun deneyi şöyledir:

Bir deney odasında ışığın düştüğü yere beyaz bir nesne ve bunun yanına da düzlem 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 görünen ışığı inceleyelim. Bu durumda, aynadan yansıyan ışığın, aynanın yanında bulunan beyaz nesneden yansıyan ışıktan daha zayıf olduğunu görürüz. Şöyle ki zayıflamanın ortaya çıktığını belirttiğimiz bu problem, gümüş bir aynayla ortadan kaldırılabilir; ancak, rengin parlaklığı soluklaşmış olur. Eğer zayıflamanın nedeni uzaklığa bağlanırsa, derim ki, işin aslı böyle değildir. İşte deneyi:

Deney odasında, ışık kaynağına belirli bir mesafeye bir ayna koyalım; ancak, ayna ışığın tamamını kapsamasın. 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 renk, yansıyan ışığın uğradığı zayıflamadan daha fazla zayıflar; renkler, ışıklardan daha çok zayıflamaya uğrar. 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 pürüzsüz bir yüzeyden yansıyan ışığın zayıfladığı kanıtlanmıştı. Işığın zayıfladığının diğer bir biçimi de, yüzeyi tümsek olan parlak nesnelerdeki yansımayla kanıtlanabilir. Bu tümseklik, küre, silindir ya da koni biçiminde olabilir. Bu üç ayna çeşidinden her birini, deney odasında ışığın düştüğü yere, ışık eksenine dik olacak şekilde ve art arda yerleştirelim ve yansıyan ışığı düzgün yüzeyli beyaz opak bir nesneyle keselim. Bu durumda, beyaz nesnenin üzerindeki ışığın, bu tür aynalarda yayılımın daha çok olması nedeniyle düzlem aynalardaki zayıflamaya nazaran, daha çok olduğu görülür. Bu aynaların tümseklikleri arttıkça ışığın zayıflaması da artar. Bunun nedeni de, bu tür aynalardan yansıyan ışığın, [belirli yönde değil] aynanın yüzeyinin her yönüne yayılmasıdır. Bundan dolayı, beyaz bir yüzeyden yansıyan ışığın düştüğü yer, gerçekte bu tür bir aynanın yüzeyinden yansıyan ışığın düştüğü yere oranla daha büyüktür.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Alanın büyümesi de bu aynaların tümsekliğinin derecesine bağlıdır. Silindir 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 ayna için de söz konusudur. İkisi arasındaki farklılık ise 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 yeğinleşir. Ayna merkezindeki yüzey küçüldükçe aydınlanmanın yeğinliği de o oranda büyür ve yanma meydana gelir. Eğer odaktan uzaklaşma artarsa, ışığın aydınlattığı alan da büyür ve derece derece ışık zayıflamaya başlar; yeğinlik azalır ve 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 ekseni ya da merkezinde son bulur. Bu merkez küresel ve silindir 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.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

İkinci Bölüm

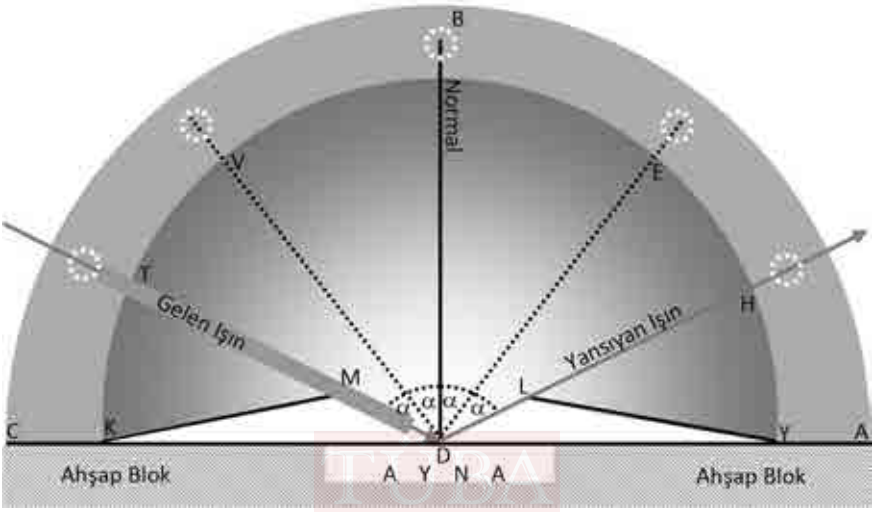
İkinci bölüm, yansımanın nitelikleri konusundadır. Bir giriş ve dört özellikten oluşur.

Giriş

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 her birinden 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 alana da "yansıma kesiti" adı verilir. Yüzeyin durumuna bağlı olarak ortak alan düz bir çizgi, daire çevresinden bir kesit ya da üç kesitten birisi olur.

1) Yedi yüzeyden ışıkların yansıması 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 açıların her ikisi de 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 dairesini çizelim (Şekil 4). Bu yarı dairenin çapı olan ***ac*** yedi



Şekil 4

parmak [yaklaşık 20 cm] ve ***bd***, ***ac***'ye dik olsun. ***abc*** yayını ***b***'nin iki tarafından birbirine eşit ***bh*** ve ***bt*** yaylarına bölelim. Aynı şekilde ***bh*** ve ***bt*** eşit yaylarını da bölelim. Oluşan ***hevt*** noktalarının her birini ***d*** ile birleştirelim. Sonra ***ad***'den bir parmak uzunluğu, yani 1/7'lik bir miktarı bölelim. Bu ***ay*** olsun. Benzer şekilde ***cd***'den de ***ck***'yı ayıralım. Aynı şekilde ***dh***'den de bir parmaklık 1/7'lik bir mesafeyi, yani ***dl***'yi, ***dt***'den de ***dl***'ye eşit ***dm***'yi bölelim. ***y*** ile ***l***'yi ve ***k*** ile de ***m***'yi birleştirelim.

Sonra ***d*** noktasının çevresinde geriye kalan kısmı koruyacak şekilde ***yld*** ve ***dmk*** üçgenlerini keselim. Bu kesitin bu üçgenlerden 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 [yaklaşık 68 cm], genişliği de 2 parmak [yaklaşık 6 cm] olan bakır levhadan yapılmış bir cetvel alalım ve bu cetveli ***abc*** yayı üzerine, ***abcd*** yarı dairesinin üzerine bir kemer oluşturacak şekilde bükelim ve her parmak yönünde uzunlamasına işaretleyelim. Bir ucunu çember dairesinin çevresiyle sabitleşecek şekilde birleştirelim ve cetveli ***h***, ***e***, ***b***, ***v*** ve ***t*** noktalarında delelim. Dairenin uçları bunlardan her birine teğet olsun. ***ahd*** bu noktalardan birinin üzerindeki yüzey olsun, her deliğin çapı yarı parmak [1.5 cm] olsun. Bu deliklerin merkezleri ***abc*** daire yüzeyine paraleldir.

Sonra da boyu ***ac*** çapı, eni de bunun yarısı kadar ve kalınlığı da beş parmak

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TÜRKİYE AKADEMİ OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

olan ahşap dörtgen bir levha alalım. 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. Bu oyuğa yatak (mecra) adını verelim. 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 kısımları da 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 silindir 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.

Daha sonra mecranın eninde ve kalınlığı iki parmak olan ve enlemesine olarak mecranın üzerine yerleşebilecek, tabanı gayet düzgün olan tahtadan bir cetvel alalım. 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 mıntıka, 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" (hattu'l-gaye) diyelim ve bunu da çok belirgin bir hale getirelim. Bu ikisinin kesişim mahalli, bu konum üzere cetvel boyunca uzar. Buna "şakul doğrultusu" diyelim. Düzlem bir aynada görülen şey aslının aynısıdır.

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 ışığı

da zayıflatıp kuvvetlendirebildiği bilinmelidir. Bu durumun nasıl gerçekleştiğinden daha önce söz edilmişti. Daha sonra, küresel silindir ve konik aynaların her birinden -yüzey genişlikleri daha önce geçen düzlem aynanın yüzeyi kadar olan- birer tane alalım.

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 mıntıkanın altında birinci kürenin merkezini kesebilmesi için on parmak olsun. Diğeri de mıntıkanın üstünde olsun.

Silindir iki ayna alalım. Onların yüzeyleri daha önce söz konusu edilen miktarlar kadar olsun. Onlardan bir tanesinin taban çapının yarısı dört parmak, diğerinin taban çapının yarısı da on parmak olsun. Aynı şekilde konik aynalardan da 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 Yapılan Deneylerin Nitelikleri Üzerine

Şakulün 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 şakulün düşme noktası o ayna yüzeyindeki bir nokta olur. Öyle ki, o noktasında geçen çap, bu düşme noktasına intibak etmiş olur.

Bu düzlem aynayı cetvelin üzerine yerleştirip ikisini birlikte mecraya sokalım. Ancak öyle yapılmalı ki, şakulün düşüş noktası bu yüzeydeki bir alan olmalı. Aslında bu yüzeydeki her yer buna uygun olur. Çünkü bu konum taşın 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

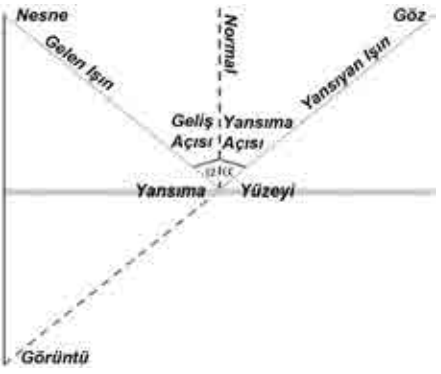
ışıklı oval bir görüntü oluşur. Çünkü ışın konisi, koni eksenine eğimli düz bir yüzeyle kesilmiştir. (Bu onun mahallinde bilinmesi koşuluyla üç kesitten birisini gerektirir ve bu şeklin orta noktası da şakulün düşüş yeridir.)

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, mıntıka yüzeyine dik ancak güçlükle hissedilebilecek kadar dairesel bir görüntü oluşturur. Bunun nedeni, deliğin çok geniş olması ya da dairenin mıntıka noktasının oldukça küçük olmasıdır. (Bu duruma izin verilmemelidir.) Çünkü bizim istediğimiz ***v*** deliğinden ***vd*** hattı boyunca ışığın girmesi ve şakulün düşüş noktasından ***dh*** hattı boyunca ***h*** deliğine yansımasıdır. Bu durumda oluşan şekilde birincisine oranla daireye daha yakın oval bir görüntüdür. Eğer ışığın ***b***'den girmesine izin verirsek, bu durumda ayna yüzeyinde merkezi şakulün düşüş yeri olan bir daire oluşur ve bu noktada ışık kendisi üzerinde geri yansır. Burada mıntıkanın çukurluk noktasındaki deliğin çevresindeki yuvarlak ışıklı halkadan başka bir şey 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***, ***e*** 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.

TÜRK YE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Uyarı: Bu konum, geometriktir ve zorunlu bir konumdur. Öyle ki, Güneşin doğrultusundan hangi konumda bulunursa bulunsun bu aletin mıntıka kısmı gölgede kalır. Delik doğrultusunda ışık girer ve bu ışığın ayna yüzeyinde düştüğü yer bir nokta olur ve bu noktanın merkezi de şakulün düşüş noktasına çakışır. Bu şartlarda, 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.



Eklenen Şekiller 18:
Yansımayla görüntü oluşumu

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 açıya böler: geliş çizgisini izleyen açıya geliş açısı ve yansıma çizgisini izleyen açıya da yansıma açısı denir. Bu deneylerle, bu iki açının eşit olduğu kanıtlanmıştır.

Daha sonra bu boruyu ***t*** deliğine sokalım. Öyle ki onun bir ucu ayna yüzeyiyle birleşmiş olsun. Bu durumda delik doğrultusuyla borunun tümsek kısmı doğrusal bir hatta olur. Bu konum üzere, boruyu yükseklik yüzeyi üzerine sabitleştirelim ve bu koşullar içinde borudan ışık göndererek deneyi tekrarlayalım. Bu durumda, şekil, ilkinde olduğu gibi oval bir görüntü oluşturmaz; aksine, bir silindir kesiti biçiminde ortaya çıkar. Eğer borunun iç kısmı tam silindir ise düşen ışık da silindir olur ve bu ışık huzmesini 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 şakulün 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 Normal'in 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 yok olacak bir cevher değildir.

Yukarıdaki deneyi "düzlem aynayla yapılan deney" olarak adlandıralım. Çünkü ışınlar ancak bu aynada böyle yansırlar.

Geriye kalan aynalarla yapılacak deneylere ilişkin şunları söylemek mümkündür: Küresel tümsek bir aynayı, bulunduğu yerin derinliğine bağlı olarak cet-

velin üzerindeki düzgün yüzeyle, aynanın tümsekliğinin en uç noktası cetvelin yüzeyi doğrultusunda olacak ve gaye hattı ile itidal hatları da kesişecek şekilde birleştirelim ve cetveli, bu nokta şakulün düşme noktası oluncaya kadar itelim. Bu nokta, biri gaye hattı ve diğeri de itidal hattı doğrultusunda olmak üzere gerilecek iki saç telinin kesiştiği noktadır.

Bu durumda, ayna yüzeyinde ışığın düştüğü yerin şekli garip bir kesit oluşturur. Çünkü küre yüzeyi, taban çapı küre çapından daha az olan bir konik yüzeyle kesilmektedir. Biz bu konumu, konik yüzeyle 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 görüntünün de bu kez ilkinden daha büyük olduğunu görürüz ve bu ışık daha öncekinden söz konusu edilen ışıktan -daha fazla ayrılıma uğradığı için- daha zayıftır.

Sonra, aynı yere küresellik yarıçapı dört parmak olan çukur bir aynayı, çukurluğunun en uzak noktası cetvelin yüzeyi doğrultusunda olacak şekilde yerleştirelim. Bu noktanın tespiti de cetvelin, ***d*** merkezi bu nokta üzerine gelinceye kadar ileriye doğru itilmesiyle olur. Bu konum üzere aynayı sabitleştirip cetveli de geri çekelim. Bu durumda, ***ldm*** üçgeni yükseklik yüzeyinden uzaklaşarak eğilmeye başlar ve itme durdurulduğu için uzak nokta şakulün düşme noktası olur. Bu nokta da koninin konumuyla bilinir; örneğin boru yönündeki eksen çizgisi bunu belirler. Öyle ki oluşan koninin tepesi borunun silindir ekseni üzerine çakışır.

Sonra, yükseklik yüzeyi boyunca ***b*** deliği aracılığıyla ***bd*** hattı doğrultusunda ışık gönderildiğinde oluşacak koninin tepesi şakulün 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 hiçbirinin ortadan kalkmadığını görürüz. Eğer yansıyan ışını opak bir nesneyle kesersek ve bu nesneyi aynaya doğru yaklaştırırsak, bu durumda onun üzerinde ortaya çıkan ışık görüntüsü gittikçe büyür. Eğer nesneyi aynadan uzaklaştırırsak 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, söz konusu edilen hususlar değişmez; ancak küçülme sona erer. Işık, opak nesne tarafından mıntıkanın altında ya da yansıma deliğinde mıntıkanın üstünde kesilmiş olsun, bu durumda da merkezin yüzeye olan uzaklığının miktarı küçülmeyle son bulur. Bu noktadan sonra, diğer duruma paralel şekilde genişleme başlar.

İki tümsek silindir aynayla yapılan deneye gelince: Bunlardan her birini oyuğa, tepe noktaları üzerine oturtulduğu cetvele tam oturacak şekilde yerleştirelim. Daha önce belirtildiği üzere bu noktanın tam şakulün düşüş noktası oluncaya kadar cetveli itelim. Yine aynı şekilde bu konum üzere cetveli geri çekelim. Bu durumda ışığın genişlediğini 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 silindir çukur bir aynayı düzgün bir hat oluşturacak ve alt kısmı da tepe noktası ile çakışacak şekilde yerleştirelim. Bu durumda da daha önce söz konusu edilen hususları herhangi bir değişiklik olmadan gözleyebiliriz. Tek değişen şey, ışığın düşme yerindeki genişleme uzantısıdır. Daha sonra ayna ve mıntıka arasındaki mesafeyi aynaya mümkün olduğu kadar yakın bir yerde opak bir yüzeyle 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 incelir, yani bir çizgi halini alır. Sonra, genişlemeye başlar ve en sonunda da şekilsiz bir hal alır. İsterse bu silindir çukur aynanın çapı on parmak olsun, diğer aynalarla yapılan deneylerdeki hususlar değişmez; sadece ışığın şekli ve yayılımında bir değişme olur; bunun dışında ortaya bir fark çıkmaz. Ancak eğer biz yansıyan ışığın mesafesini mıntıka ve ayna yüzeyi arasında kesersek ışığın son derece inceldiğini ve yeğinliğinin arttığını görürüz. Bu incelme tam bir düz çizgi halini almayla son bulur. Ancak opak nesneyle mıntıkanın üstünde kesilirse bu böyle olur.

İki çukur konik aynayla yapılan deneylere gelince: Eğer bu aynalardan birini, maksimum yükseklik çizgisi üzerinde bulunan cetvelin konumuna orantılı bir şekilde oyuğun tabanıyla düzgün bir çizgi oluşturacak biçimde yerleştirirsek ve cetveli itersek, bu durumda şakulün düşme noktasının yarıçapı on dört parmak olan bir daireyi maksimum yükseklik çizgisinin kestiği nokta

olduğunu görürüz. Bu terimsel belirlemeler için deney 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 silindir aynada olduğu gibi darlaşmaya başlar; bundan dolayı da yeğinliği artar ve ortaya çıkan iki ışıktan birisi mıntıkanın üzerinde, diğeri de altında bir çizgi halini alır. Ancak buradaki fark, silindir 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 dolayı da bu aynanın yüzeyinde olduğu varsayılan herhangi bir noktanın yansımasının niteliğinde de bir farklılık olmaz. Çukur ve tümsek iki küresel aynadaki iki noktanın mıntıka deliğinin merkezindeki özel bir konumda bulunan cetvelin yüzeyindeki şakulün düşüş noktası üzerinde olduğunu gösterebiliriz.

Bu durumda, görüntü yüzeyi o ayna yüzeyine diktir. Silindir aynada ise bunun bir çizgi olacağı daha önce açıklanmıştı. Bu benzerlik, düzlem aynada da açıkça ortaya çıkar ancak orada tek görüntü söz konusudur. Tümsek ve çukur küresel aynalarda da durum aynıdır. Ancak, çukur ve tümsek silindir ayna da ise, bu aynaların yüzeyinde bulunduğu varsayılan her nokta düz bir çizgi oluşturur. Bu silindir yüzeyinin dışında kalanlar ise bir daire oluşturur.

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 ekseni üzerindeki 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 şakul doğrultusunda değişimin olmaması koşuluyla intibak ettirirsek, yukarıda belirtilen durumların hiçbir şekilde değişmediğini görürüz.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Tenkih [Düzeltme]

Yedi aynadan her biri aynadaki cetvelin konumunu ve itidal hattı üzerindeki cetvelin yüzeyindeki her bir ayna konumunu ve deliğin konumunu, ufuk düzleminden boşa çıkarıp yansıma kanununu gözleyebilmek için değiştirirsek, bu durumda mıntıkadaki ışığın merkez doğrultusunu, şakulün üzerinde bulunması koşuluyla elde etmiş oluruz. Bu durumda, o doğrultunun, ışığın girdiği deliğin merkezine olan uzaklığının ışığın merkez doğrultusundaki deliklerin merkezlerinden geçen daireden yansıyan ışığın merkezine olan uzaklığına eşit olduğunu görürüz.

Tekmile [Tamamlama]

Bu özellikler, daha önce Güneş ışığıyla denenmişti. Diyoruz ki, aynı şekilde bu durum eğer, Güneş dışında deney odasına giren ışıklı [özsel] ya da ışıklandırılmış [ilineksel] herhangi bir ışık kaynağının ışığıyla, örneğin, ateş aleviyle ya da gündüzleri yayılan güneş ışığıyla (günışığı) 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 Normal'in aynı düzlemde olduğunu ve geliş açısıyla yansıma açısının da eşit olduğunu da daha önceden bilmekteyiz.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

Matlub [İstenen]

Yansıyan bir ışın, eni olmayan bir çizgi ya da eni ve boyu olmayan bir kalınlık değildir. O bir ilinektir. Gelen ışın konusunda olduğu gibi, maddesiz de var olamaz. Eğer böyleyse, o zaman ışık parlak bir yüzeye geldiği miktara eşit bir miktarla yansır. Bu konu çok önemlidir.

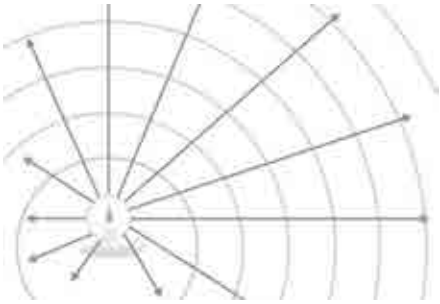
Soru: Bunu biz nasıl açıklayabiliriz?

Çukur bir aynada, ışın konisinin bir noktada son bulduğu ve sonrada genişlemeye başladığını, silindirde ise bir çizgi olarak son bulduğunu ve sonra da genişlemeye başladığını açıklamıştık

Cevap

1) 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 söz konusu edersek, bu durumda belirtilen nokta ve çizgi geometrik olur.



Eklenen Şekiller 19: Dalga Sınırı

2) Daha önce Birinci Kitap'ta 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 oluşturur. Tıpkı, karanlık bir odadaki delik ve ışık kaynağı arasında oluşan koni gibi. (Karanlık odaya giren ışığın oluşturduğu koni oranında da yansırlar.) 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 tepesi de bu nesnede bulunan bir koni oluşturması gibi. Bu durum, kendinden ışıklı ya da ışıklandırılmış nesneler 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 ışının, tabanı bu parlak nesne ve tepesi de o alanda olan bir koni şeklinde yansıması gibi.

Bundan dolayı, yansımayla ortaya çıkan görüntüler bütün ayrıntılarıyla görünür. Öyle ki, bu durumda eğer ayna son derece düzgün ve parlatılmış bir aynaysa, herhangi bir farklılık söz konusu olmaz. Eğer bu aynalar göz eksenine dik bir konumda bulunursa, görüntülerin netliği daha da artar. Bu durum diğer aynalar için de geçerlidir. Ancak, ayna dışındaki parlak nesnelerin yansıttığı görüntülerde bir farklılaşma söz konusu olabilir ve hata oluşabilir. Bu konular ileride ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

TÜRK TARİH KURUMU
TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
Turkish Academy of Sciences

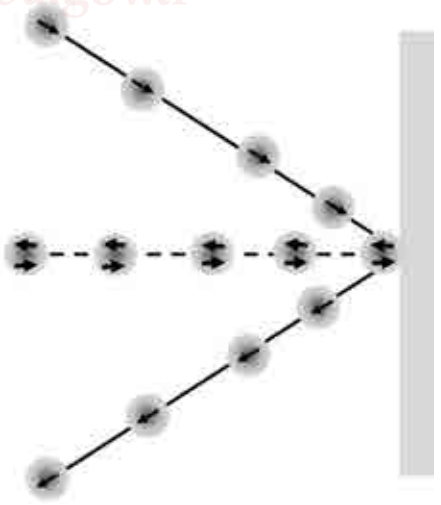
4) Kaynaklarından koni şeklinde gittikçe genişleyerek uzaklaşan ışınlar iki nedenden dolayı zayıflarlar: 1) Ayrılım; 2) Mutlak uzaklaşma. Buna karşılık, kaynaklarından gittikçe bir noktaya doğru yoğunlaşarak uzaklaşan ışınlar ise yığılmadan dolayı kuvvetlenir.

TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

Üçüncü Bölüm

Üçüncü bölüm, yansımanın gerçekleşmediği durumlar konusundadır. Yansıyan ışıklar ayrıntılı olarak incelendiğinde, bunların bir ışık kaynağından değil parlak bir yüzeyden geldiği anlaşılır. Işık ışınları katı, pürüzlü, kendine özgü rengi olan ve ıslak olmayan katı bir yüzeyde -eğer bu nesnelerin yüzeyleri parlak değilse- yansımaz; ancak parlak ve saydam yüzeylerden yansırlar. Bununla birlikte, bazı nesnelere ise ışık kısmen nüfuz eder ve kısmen de yansır. Bu açıklamalara dayanarak ışığın parlak özel birtakım nesnelerden yansıdığına zorunlu olarak karar veriyoruz. Bunun anlaşılmasını sağlayacak örneklerin açıklanması daha önce geçmişti. Burada dikkat çeken farklılık, yansımanın özelliklerinin bu tür örneklerle anlatılmasındandır.

Eğer, küçük bir top bir ayna yüzeyine dik olarak ve düz bir çizgi boyunca aynayı kırmayacak ve zedelemeyecek bir kuvvetle fırlatılırsa, bu durumda, topun ayna yüzeyine ulaştığı çizgi boyunca geri döndüğü ve sonra da ağırlığından dolayı aşağı doğru eğildiği görülür. Eğer ayna ya da topun hareket doğrultusu değiştirilip tekrar fırlatılırsa, bu durumda topun, fırlatılma doğrultusuna koşut bir doğrultuda geri döndüğü ve ağırlığından



Eklenen Şekiller 20: Mekanik Yansıma

dolayı da eğim kazandığı ve topun yüzeye geliş ve yüzeyden uzaklaşmasının da -birbirine- orantılı olduğu görülür. Çünkü başlangıçtaki hareket kuvveti, topun çarptıktan sonra 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 ışınlar da zayıflamaz. Bununla birlikte süt, donmuş yağ ve benzeri yumuşak nesnelerde ışığın girmesine engel olan bir opaklık vardır.

Geriye ışığın nüfuz edebildiği ve yüzeyinden yansıyabildiği nesnelerle ilgili açıklamalar kaldı. İster tek bir kaynaktan isterse birkaç kaynaktan çıksın, yüzeye gelen ve yüzeyden çıkan ışık kuvvetlerin farklılığından dolayı, iki farklı ışık halini alır. Parlaklık bunlardan birinin, saydamlık da diğerinin kaynağını oluşturur.

Gerçekte bu konu henüz çözümlenememiştir. Bunun cevabı ancak "Tek olmak değişmeye engel değildir" olabilir. Yine de, doğrusunu Allah bilir. Biz, parlak olmayan bazı opak nesnelerde ışığın aynı zamanda yansımaya uğradığını söylemiyoruz. Zaten yukarıdaki örneklerden de buna benzer bir örnek mevcut değildir. Aksine, biz küçük parlak bazı nesnelerin ışığı yansıtabileceğini söylüyoruz.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Dördüncü Bölüm

Dördüncü bölüm, yansıma aracılığıyla oluşan görüntülerin niteliği hakkındadır. Optikçiler bu konuda ihtilaf halindedirler. *Tabiatçıların* 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 yansıyarak 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 orantıyla da gereken bağlantıyı elde edememişlerdir. Bundan dolayı onlar uzmanların 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 deney kutusuna ***t*** deliğinden ışığı giren kendinden ışıklı bir nesnenin kendisini görmeyiz; ancak bu ışın eğer düştüğü yerden çıkabileceği diğer bir deliğe, örneğin bir ***c*** deliğine yansırsa bu durumda biz onu bu ikinci delikte görebiliriz. Eğer iş böyleyse sorun yok demektir.

Yine aynı şekilde, bir nesnenin aynadaki görüntüsünü de bu deliklerden giren ışık nispetinde görebiliriz; aksi takdirde göremeyiz. Çünkü görme ancak bir ışının ya da görünen bir rengin



Eklenen Şekiller 21:
Düzlem Aynada Yansıma

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 bulunduğunda, biz ayna aracılığıyla herhangi bir görüntüyü algılayamayız; ancak yukarıdaki konumda bulunduğunda 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 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 görüntülerin de 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 yanılsamadır, gerçek değildir; tıpkı çukur aynalarda olduğu gibi. Bunun nedeni de koninin eksen doğrultusuna yakın olmasıdır. Öyle ki, dik olan nesnenin ayna eksenine daha uzak olan tepesini alt kısmına orantılı olarak ayna üzerindeymiş gibi görürüz. Bu hatalardan ileride söz edeceğiz.

Eğer kendi suratımıza bakacak olursak, sağ tarafımızı solda, sol tarafımızda 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. Öyle ki 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 göründüğü yazılmıştı. Yani alt üstte, üst altta, sağ solda ve sol da sağda görünür. Bütün bu durumlar daha önce yapılışı açıklanan alete düzlem ayna yerleştirerek yapılan deneyde elde edilen sonuçları olumsuzlamaktadır.

Eğer beyaz bir kâğıt üzerine bir kelime yazarsak ve bu kâğıdı ***b*** deliğinin dışındaki mıntıka yüzeyinin iç kısmında bulunan delik üzerine yerleştirirsek ve deliğin üst tarafında bulunan mıntıka yüzeyine bir gözümüzü yerleştirerek yansımanın ortaya çıktığı deliğe bakarsak, bu durumda kelimenin yönlerinin

değiştiğini yani, sağın sol, solun sağ, üstün alt ve altın da üst olarak göründüğünü görürüz. Bütün bunlar da bir yanılsamadır. Tıpkı dik bir şeyin baş aşağı görünmesi gibi.

Sonra, düzlem aynanın yerine dışbükey küresel bir ayna yerleştirip aynı deneyleri yapsak, bu durumda da yanılsama nitelikli değişmeleri görebiliriz. Ancak, söz konusu yazı daha incelmiş olarak ve daha kısa bir mesafede görünür.

Daha sonra, aynı yere çukur küresel bir aynayı kavislilik merkezi mıntıkanın üstünde olacak şekilde yerleştirelim. Bu durumda da yazı, mıntıka 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 dolayı da kenarlar kalınlaşmış görünür ve bu konumdan uzaklaştıkça şekil küçülür.

Bununla birlikte, yine yanılsama nitelikli olarak sağ sol, sol sağ, alt üst ve üstte alt olarak değişime uğrar. Eğer aynanın kavislilik merkezi mıntıkanın 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 incelmiş olur.

TÜBA
TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Daha sonra, aynı yere silindir tümsek bir ayna koyalım. Bu durumda yazı, tümsek küresel aynada göründüğü gibi görünür. Ancak tek fark silindirin uzunluğunca uzamış olmasıdır. Tümsek konik aynada da durum aynıdır. Ancak, konikliğinin gerektirdiği ölçüde bir uzama söz konusudur.

Daha sonra, aynı yere silindir 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 ekseni mıntıka üzerindeyse bu hususlar, koni köşelerine açılarına bağlı olarak görünen (meri) nesnenin görünüm açısının da 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.

Öyle ki görüntünün her bir noktasından aynadaki her bir noktaya kendilerine nazaran farklı bir konuma geçerler ve bu ışınlar özel bir konum üzere yansırlar. Bu konum o görüntünün renginin de taşındığı bir doğrultuyu gerektirir. Bu da yansımayla ortaya çıkan konilerden birisinin tepesidir. Yani kişinin yansıma aracılığıyla ışığın çıktığını gördüğü yer olan noktadır.

Sonuç

Yansıdıktan sonra ışıklar ve renkler asla karışmaz; tıpkı düz ışıkların[14] 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 oradan da özel bir doğrultuya yansıtılmaktadır.

Kaldı ki bir karışım söz konusu 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 söz konusu olmamaktadır. Bu bir fehim denizidir, bundan vehim gelebilir!

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

14 Yönünde, hızında ve miktarında değişime yol açacak herhangi bir durumla karşılaşmadan, kaynağından çıktığı biçimiyle yayılımını sürdüren ışınlara düz (müstakim) ışınlar denir. Doğrudan Görme'de (Direct Vision) bu ışınlar geçerlidir.

Beşinci Bölüm

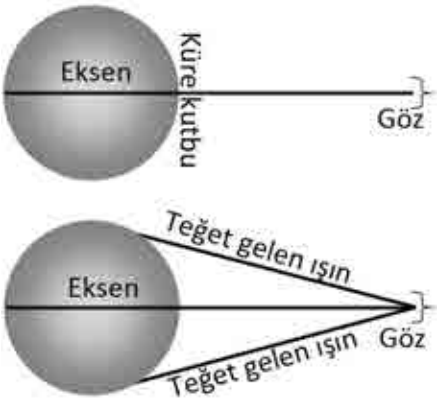
Beşinci bölüm, yansımanın niteliklerinin incelenmesi konusundadır ve sekiz nitelikten oluşur.

1) Eğer belirli bir konumda bulunan bir aynada, tek bir şahsın görüntüsü varsa, bu durumda ayna yüzeyinin o noktasında başka bir şahsı görmek mümkün olmaz; diğer bir şahsın görüntüsü de ancak ayna yüzeyinin diğer bir noktasında ortaya çıkar. Bu da açık ve seçik bir durumdur.

2) Yansıma aracılığıyla göze gelen ışık, tabanı aynada tepesi de gözde bulunacak şekilde ayna tarafından koni biçiminde yansıtılır. Koniden kastettiğimiz de 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 ışık konisinin ekseninin, ayna yüzeyindeki görünen nesnenin görüntü konumu doğrultusunca uzadığını varsayarsak, bu durumda ayna yüzeyine geldiği düşünülen ışınlar, bu koninin tabanının yer aldığı görünen nesnenin yüzeyinde bulunan eksen doğrultusunca yansırlar. Bunun kanıtı daha sonra Görüntünün Oluşumu Bölümü'nde 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



Eklenen Şekiller 22: Görme Konisi

aynaya bakalım. Bu durum da orada ikinci aynanın görüntüsü, ışığın görüntüsü, birinci aynanın görüntüsü, tekrar ikinci aynanın görüntüsü, mumun ışığı vb. 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 yakınlaşmaları 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 olabilir 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 durumu 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. Bu küreye teğet olarak geçen ve onu çevreleyen hatlar ise gözden geçerler. Tek bir göze oranla büyüsün ya da küçülsün, bu parça hiçbir zaman yarıküre olmaz. Çukur küresel aynada ise yarıküre şeklinde olur. Hatta bu aynada -bilindiği üzere- görüntünün çoğalması beklenir. Silindir ve konik çukur aynalarda ise, yine aynı şekilde yarımdan daha fazla görünme olanaklı olmakla birlikte, görünen yarım koni ve yarım silindirdir. Çukur silindir aynadaki görüntüyle çevrelenen şekil, karşılıklı kenarları birbirine paralel ve tabanı iki kenarının çevrelediği bir daire parçası olan bir dörtgen; buna karşılık

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

çukur konikte görülen şekil ise, tabanı yine bir daire parçası olan ve iki kenarı koninin tepesinde kesişen bir üçgendir.

Tümsek silindir ve tümsek konik aynalarda ise, bunların her birinde görünen yüzeyin şekli, bu aynaların karşılığı olan çukur 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 yönündeyse, bu durumda göz [karşındakini] bütünüyle görür. Eğer çukur kısmı parlak bir konik ayna söz konusuysa ve göz de eksen doğrultusunda ve taban yönündeyse, 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.

TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Altıncı Bölüm

Altıncı bölüm, görüntüler ve oluşumları konusundadır. Beş amaçtan oluşur.

Birinci Amaç

Birinci amaç, düz aynada oluşan görüntüler konusundadır. Bir giriş ve yedi problemden oluşur.

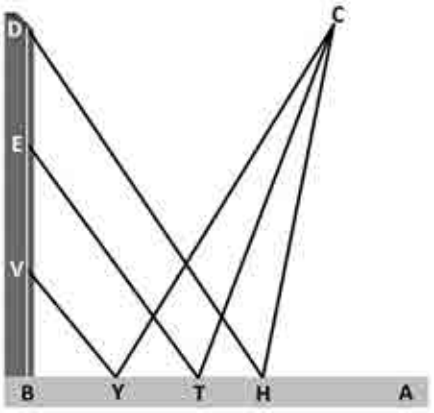
TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

Giriş

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", suretten 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 söz edeceğiz.

1) Görünür bir nesnenin noktalarından her biri, eğer doğrusal bir çizgi boyunca yansırsa 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



Şekil 5

bağlı olarak dik, buna karşılık yanılsamayla 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 her biri tek bir düzlemde birleşmişlerdir. Buna göre, ***a-b*** ayna üzerindeki yansıma kesiti, ***c*** göz merkezi, ***b-d*** milin silindir yüzeyindeki doğrusal çizgi -ki bu çizgi yansıma kesitine diktir-; ***e-v***'den her biri de bu ikisi (***b*** ve ***d***) arasındaki iki nokta olsun.

Bu durumda, bir kalemin ucuyla görüntü konumunu belirleyelim ve gözümüzün tekiyle bu yansıma noktalarına bakalım. Bu konum üzere, ***h*** noktasının izdüşümünü ***d***'de, ***t***'nin izdüşümünü ***e***'de, ***y***'nin izdüşümünü de ***v***'de görürüz. Bütün izdüşüm noktalarının kendilerini ise ***a-b*** doğrusu üzerinde ve ***b*** noktasından başlayarak birbirini izleyen ***y***, ***t*** ve ***h*** olarak görürüz. Bu şekil üzerinde bunlar geliş ve yansıma doğruları olarak düşünüldüğünde, ***d-b*** milinin yansıma çapının ***h-b*** olduğu görülür.

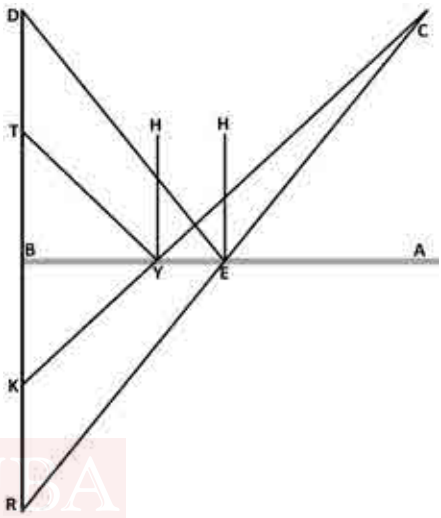
Ayrıntılı olarak söylemek gerekirse ***d-e***'nin yansıma çapı ***h-t***, ***e-v***'nin ***t-y*** ve ***v-b***'nin ki de ***y-b***'dir. Yansıma kesiti (***a-b***) ve mil doğrultusu (***d-b***) aynı düzlemde bulunur. Çünkü mil ve onun yansıma çizgisi, tek bir yüzeyde iki ayrı doğrultuymuş gibi görünmesine karşın, gerçekte tek bir doğrultudan ibarettir. Bunun nedeni *yön yanılsamaları* konusunda geçmişti.

Görüntünün aynanın içine gömüldüğünü sanmamızın nedeni ise, görüntünün milin tersi bir yönde, yani bizden uzaklaşan bir doğrultuda uzanması ve görüntüyü geri yansıtan ayna yüzeyinin de çok parlak olması dolayısıyla yüzeyini görmemizi engellemesidir. Bu durum, bizim onu âdeta arkasında bir karaltı bulunan içi boş bir küre olarak sanmamıza neden olur. Mili öne ya da 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 söz ko-

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

nusu 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 görünür.



Şekil 6

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 ya da bazen de yarısı düz yarısı ters dönmüş olarak ortaya çıkmaktadır. Böylesi değişik görüntüleri tespit etmek için, bu bilimin uzmanları varsayımlar geliştirdiler. Buna göre, mil doğrultusu (gelen ışın doğrultusu) ve yansıma doğrultusu yüzeye dik olacak ve böylece açılar da kontrol altına alınabilecektir.

Buna göre, ***abcd*** bir düzlem ayna olsun. Kural gereği, ***db***, ***ab***'ye dik ve ***e*** de, ***d***'nin yansıma noktası olsun. ***de***'yi birleştirelim ve ***b***'den ***db*** dikmesini çıkalım. Daha sonra ***he***'yi birleştirelim ve ***e*** noktasından ***db***'yle ***r***'de kesişinceye kadar ***er*** doğrusunu çizelim. Bu durumda oluşan ***ceb*** açısı dik açıdan büyük olur. ***r*** noktası ise ***d***'nin izdüşümüdür. Sonra ***h*** noktasından ***ab***'ye bir dik inelim. Bu dikme ***hy***'dir ve aynı zamanda da bir yansıma dikmesidir.

Bu durumda ***ceh*** açısı ***deh*** açısına ve ***deb*** açısı da ***deh*** açısına, aynı şekilde ***ceh*** açısı da ***erb*** açısına eşit ve ***eb***, ***dr***'ye diktir. Burada oluşan ***edb*** ve ***erb*** üçgenleri de, ***edb*** ve ***erb*** açılarının eşit, ***b*** açısının da her iki üçgen için ortak bir dik açı olmasından, ***db***'nin ***br***'ye ve ***ed***'nin de ***er***'ye eşit olmasından dolayı, eşit üçgendirler. Aynı şekilde ***deb*** ve ***reb*** açıları da eşittir ve bu açılar ***cea*** açısına da eşit olurlar. Burada yanlışlığın diğer bir kaynağı daha ortaya çıktı: ***ce*** ışının ***r***'ye nüfuz ettiğinin sanılması. Bu ise bizim bildiğimiz bir yanılgıdır.

3) Görünen nesnenin yüzeyinden ayna yüzeyine gelen ışın bir koni oluşturur; tıpkı yansıyarak göze doğru geldiğinde oluşturduğu gibi. Bunu şöyle açıkla-

TÜBA ATATÜRK BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

yabiliriz: Daha önce söz konusu edilen milin üzerindeki ***t***'nin izdüşümü, ***db*** arasında, yansıma noktası da ***eb*** arasında yani ***y*** noktasında olsun. Bu durumda ***t***'nin görüntüsü ***br*** arasında yani ***k***'da olur. **y** noktasından Yansıma Dikmesi (Normal) çıkalım. Bu da ***yh*** olsun. Böylece kanunun kanıtlanmasıyla (yani *yansıma kanununun*) karşılıklı kenarların ve ***ytb*** üçgeniyle ***ykb*** üçgeninin eşit olduğu da kanıtlanmıştır. Aynı şekilde, ***eytd*** yüzeyindeki ***cey*** konisi ve ***crk*** konisi benzer olur. ***dt***, ***rk*** ve ***tb*** ve ***kb*** taban çizgileri birbirine eşittir. ***d*** ve ***t*** açılarından her biri de simetrileri olan ***r*** ve ***k*** açılarına eşittir ve ***ey***'de her iki açının ortak kesitidir.

4) Varsayımsal bir noktanın görüntü konumunun belirlenmesinin yöntemi: Bu nokta aynı şekildeki (Şekil 6) ***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 ***e***'de kessin (bu nokta yansıma noktasıdır).

rc'nin ***ab***'yi ***e***'de kesmesinin nedeni ***rea*** açısının dik açıdan daha büyük olmasıdır. Eğer ***ab*** üzerindeki ***e*** noktasında ***eh*** yansıma dikmesini (Normal) çıkarsak, bu durumda kanıtlanan kuralın aksi açığa çıkar ve ***hec*** ve ***hed*** açıları eşit hale gelir ve böylece iddia da kanıtlanmış olur; istenen de buydu.

5) Ayna yüzeyindeki her bir nokta ile göz arasını birleştiren noktalar birer doğru oluşturur. Eğer bu doğrular yüzeye dik iseler bunların görüntüleri olmaz ve gözde yansımaya bağlı olarak bu noktayı, göz, görme merkezi olan gözbebeği dairesi dışında kalanlarını algılayamaz; ancak görüntüyle birlikte göze gelen ışın konisine bağlı olarak oluşan daire içinde kalanlarını algılar. Çünkü bu durumda, yansıma kanunu gereği gelen ve yansıyan ışın çizgileri birleşmiştir ve yüzeye diktir. Bu kural bütün aynalar için geçerlidir.

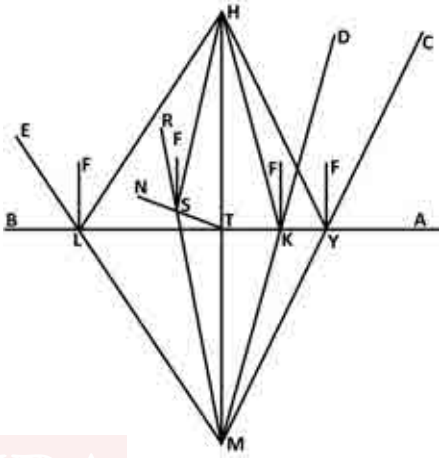
6) Bakılan bir nesnedeki birden fazla noktanın görüntüsü de yansıma kuralı gereği birden fazla olur. Bunun aksinin söylenebilmesi için bu iddianın tersinin farz edilmesi gerekir ki bu da açıların ve kenarların farklı olmasını gerektirir.

7) Bir noktanın görüntüsü yüzeyden çıkan dikme üzerindeki bir noktadadır. Bakan kişinin tek ya da birden çok olması fark etmez. Görüntü yüzeyinde bulunan iki kişinin göz merkezlerinden her biri, ister tek bir yöne isterse farklı yönlere baksın yine fark etmez.

Bu anlatılanların açıklanabilmesi için ***ab*** yansıma kesiti, ***cde***'de görüntü yü-

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

zeyinde bulunan gözler olsun; ***r*** ise ***ab*** yansıma kesitine karşılık gelen diğer bir görüntü yüzeyindeki göz ve ***h***'de söz konusu nokta olsun. Bu noktadan ayna yüzeyine bir dikme inelim ve yansıma kesitiyle ***t*** noktasında birleştirelim. Sonra da onu aynı doğrultu boyunca uzatalım. ***h***'nin yansıma noktaları olan ***edc***'den her birini ***lky*** noktalarına uzatalım. ***c***'yi ***y***, ***d***'yi ***k*** ve ***e***'yi de ***l*** ile birleştirip uzatalım.



Şekil 7

Bunlardan her biri ***t***'nin uzantısı olan ***m***'de birleşecektir. ***r*** gözü için yansıma kesiti (ayna) olan ***tn*** ayna yüzeyine dik olan ***th***'ye diktir. ***h***, görüntüsü ***s***'den r'ye yansıyan bir nokta olsun ve ***rs***'yi ***s*** yönünde ***m***'yi kesecek şekilde uzatalım ki bu aynı zamanda onun görüntüsüdür de. Eğer ***a*** noktası ***ykl*** noktalarına dikse bu durumda geliş ve yansıma açıları birbirine eşit olur. Böylece ***yht*** ve ***ymt*** üçgenleri, ***kht*** ve ***kmt*** üçgenleri eşit olur. Tıpkı ***sht***, ***smt***, ***lht*** ve ***lmt*** üçgenlerinin ve geriye kalan açıların ve kenarların eşit olması gibi. Zaten istediğimiz de buydu.

TÜBA
TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

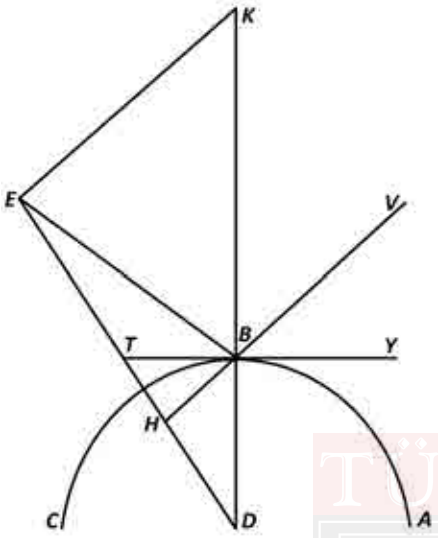
İkinci Amaç

İkinci amaç, tümsek küresel aynada oluşan görüntüler konusundadır.

Giriş

Tümsek bir ayna ve onun tümsek kısmına teğet olan bir doğru düşünelim. Bu doğru, yansıma kesitindeki bir yansıma noktasında iki açı oluştursun. Yansıma çizgisini eğer dik bir konumda aynayı kesecek ve onun iç kısmına girecek şekilde uzatırsak, bu durumda o yansıma kesitini içten ve dıştan kesmiş olur. Böylece yansıma kesiti, kesen ve kesilen arasında teğet oluşturmuş olur. Bu bölüm altı problemden oluşur.

1) Yansıma kesiti büyük bir dairedir. Çünkü görüntü yüzeyi, yani yükseklik yüzeyi aynanın küresel tümsek kısmına diktir ve bundan dolayı da küreyi, merkezinden geçerek iki büyük daireye böler. Bu yüzeyin çaplarının yarısı aynanın çukur kısmında, yarısı da tümsek kısmında uzarlar.

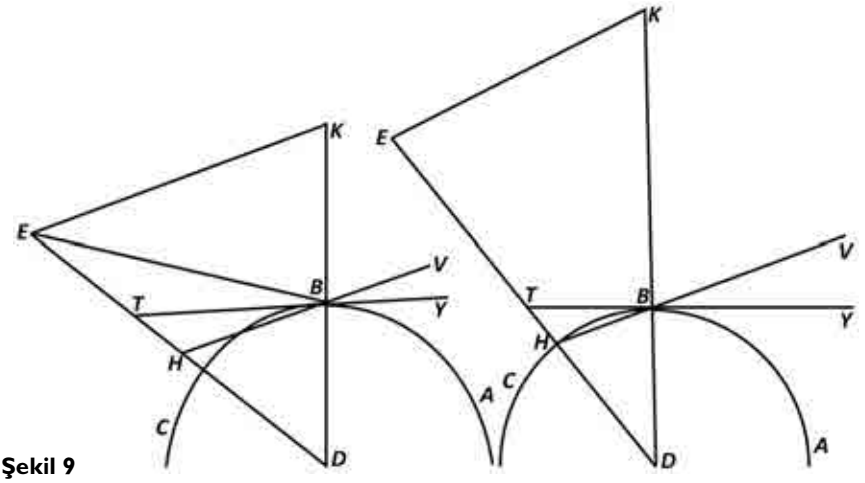


Şekil 8

2) Bu aynadaki yansıma noktaları, tıpkı düzlem aynada olduğu gibi, milin üzerindeki noktalara bağlı olarak uzarlar. Bu durumda, *yansıma kanununun* kanıtlanması düzlem aynadaki kanıtlamayla benzerdir.

3) Ayna yüzeyine dik olarak konulmuş bir dikmenin üzerindeki bir noktanın görüntü konumunun bulunması:

abc yansıma kesiti üzerine ***dk*** dikini çıkalım. ***d*** küre merkezi, ***e*** görünür nokta, ***v*** görüntü yüzeyindeki gözlemcinin göz merkezi, ***b*** ise yansıma noktası olsun. Konuyu geometrik olarak ele alalım: ***bv***'yi birleştirelim ve ***ed*** çizgisini ***h*** noktasında kesecek şekilde uzatalım. Buradaki görüntü, yansıma noktasına (***b***) teğet olan çizginin, yani ***yt*** doğrusunu ***t***'de kesen ve yansıma dikmesine yani ***bk***'ye dik olan ***ybt***'nin izdüşümüdür. Sonra ***eb***'yi birleştirelim. ***vbk*** açısının ***ebk*** açısına ve aynı zamanda ***dbh*** açısına ve onun tümleyeni olan ***hbt*** açısının da ***etb*** açısına eşit olduğunu; bununla birlikte ***eb***'nin ***bh***'ye oranının ***et***'nin ***th***'ye oranına eşit olduğunu söylüyoruz.

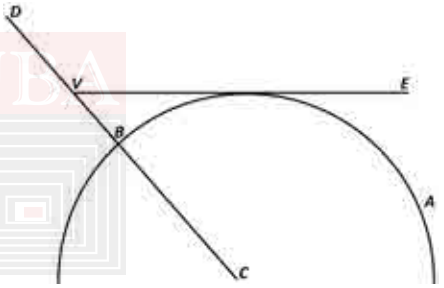


Şekil 9

ek'yi ***hb***'ye paralel bir şekilde birleştirelim. Bu durumda, ***ebk*** açısı ***ekb*** açısına yani ***hbd*** açısına benzer olur. ***ek eb***'ye eşittir. ***eb***'nin ***bh***'ye oranı ve ***et***'nin ***th***'ye oranı ***ed***'nin ***hd***'ye oranına eşittir. Böylece farklı bütün durumlar için kanıtlama yapılmış oldu. İstenen de buydu.

Bu kanıtlama diğerlerinden farklıdır. Çünkü eğer ***bd*** çizgisi uzatılırsa, muhtemelen ya bu şekilde olduğu gibi kesitin dâhilindeki çap üzerinde ya Normal'in 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 açıklanmıştı. ***ab*** (bir daire) kesiti ve ***db***, ***c*** merkezinden geçen dikme ve ***e*** de göz olsun. Bu noktadan (***e***) ***db***'yi ***v***'den kesecek şekilde ***ab*** yayına teğet bir hat çizelim.



Şekil 10

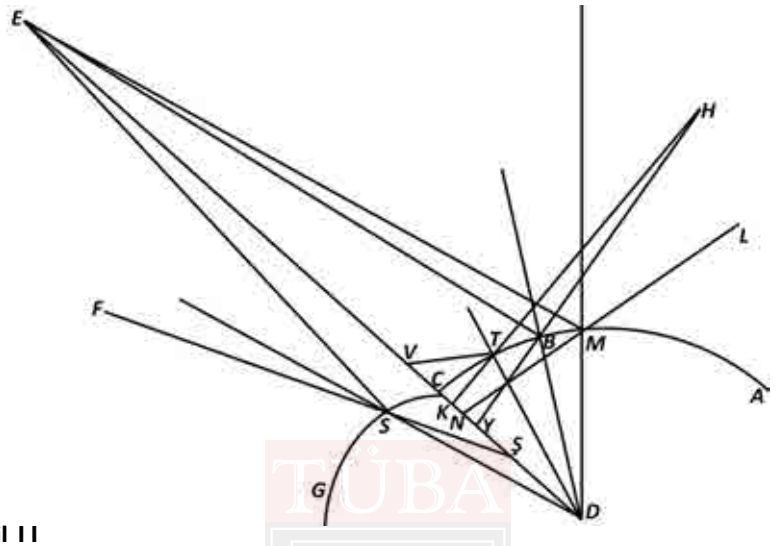
Bu nokta göz (***e***) tarafından görülemez. Çünkü yansıma dikmesi ve ***ab*** yayı arasında kalmaktadır. Yani ***b*** ve ***d*** noktaları arasında kalmaktadır ve ne geliş çizgisi ne de yansıma çizgisi vardır. Bunu fasıla diye adlandıralım. Teğet noktası kesitin görünen sınırıdır. Eğer, ***e*** sabit bir nokta ise ve teğet noktası küre üzerinde bir daire oluşturacak şekilde döndürülürse, bu durumda aynanın küresel kısmının görünen sınırından başka bir şey görünmez.

5) Bir mil üzerindeki çok sayıda noktanın görüntüsü, bir gözlemciye bu noktaların birleşmesinden oluşan tek bir nokta gibi görünür.

6) Gözlem konumlarının, yansıma noktasına teğet olan yüzeyden yüksekliğinin eşit olmadığı ve görüntü yüzeyinin değişik noktalarında bulunduğu, birden çok gözlemci için bir noktanın görüntüsü birden çok olur. Bu iki durumun açıklanabilmesi için, ***abc*** aynanın yansıma kesiti, ***d*** küre merkezi ve ***ev*** de, ***h*** için mil üzerindeki iki nokta olsun. Bunların hepsi tek bir düzlemde bulunurlar. ***e***'nin yansıma noktası ***b***, ***v***'nin yansıma noktası da ***t***'dir. Buna karşılık, ***e***'nin görüntüsü ***y*** noktasında ve ***v***'nin görüntüsü de ***k*** noktasında olur.

db ve ***dt*** dikmelerini çıkalım. Bu durumda, tek bir göz olan ***h*** için ***e*** ve ***v***

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr



Şekil 11

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 ***e*** tek bir nesne ve ***m***'de bunun yansıma noktası ve ***h*** için görüntü yüzeyinde ***n***'nin görüntüsü bulunsun. Yukarıda belirtildiği gibi, bu durumda görüntünün konumu da değişir. ***f***, gözlemcinin göz merkezi, ***h*** de bakılan nesne olsun. Ancak her ikisi de 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 ***csg*** daire kesiti olsun. Bu noktanın (***ş***) görüntüsü, görüntülerin net olabilmesi için yukarıda anlatıldığı üzere ***y*** ve ***k***'nın görüntülerinden biriyle birleşmez. Yansıma kuralı açısından bu açıktır. Çünkü eğer yükseklikler eşitse yansıma noktalarının Normal'e olan uzaklıkları da eşit olur. Görüntünün birleştiği nokta da ***c*** noktasıdır.

Üçüncü Amaç

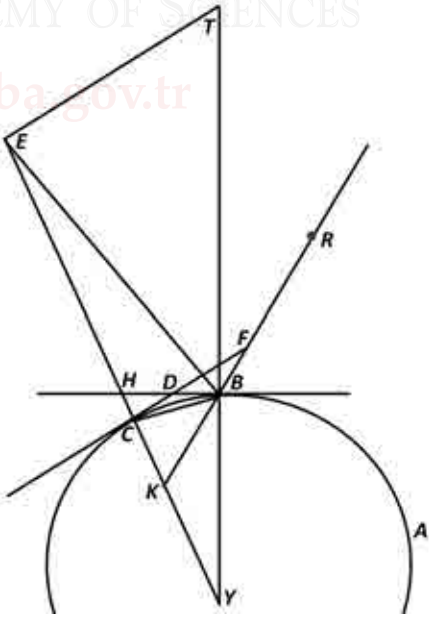
Üçüncü amaç, tümsek silindir ve tümsek konik aynalarda oluşan görüntüler konusundadır. Bu iki aynada oluşan görüntüler, her bir aynanın yansıma kesitinin biçimine göredir. Eğer aynanın kesiti düz bir çizgi ise, bu durumda oluşan görüntü, eğer ışın sadece bu çizgi üzerine düşmüşse, düzlem aynada oluşan

görüntüye benzer. Eğer yansıma kesiti silindirden alınmış özel bir daire ise, bu durumda görüntü küresel tümsek aynada oluşan görüntü gibi olur.

Konik aynaya gelince: Onun yansıma kesiti asla bir daire olmaz. Çünkü bu ayna yüzeyinde olduğu varsayılan dairelerin çapları, yüzeye dik olmazlar ve mutlak olarak bu aynanın görüntü yüzeyinde bulunmazlar. Eğer yansıma kesiti bu üç kesitten birisi ise eğimli olur.

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 çıkalım 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. Bu durumda kesit doğrusal bir çizgi olur ve teğet olan iki hattan 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 ***b*** ve ***c*** noktalarını birleştirelim. ***b***'den de ***bh*** üzerine ***bt*** dikini çıkalım ve ***b*** yönüne doğru uzatalım. Bu durumda ***tbc*** ve ***ecb*** açılarından her birinin dik açıdan daha büyük ve ***tb*** ve ***hb*** hatları da birbirlerini kesmiş olur. ***b*** ve ***c***'yi ***y*** noktasında kesişecek şekilde uzatıp ***b*** ile ***r***'yi de birleştirip ***ey*** çizgisine doğru uzatıp -bu örnekte olduğu gibi- ***k*** noktasında kesecek olursak, bu durumda bu şekildeki ***cy*** çapı ikiye bölünmüş olur ve bu nokta da ***e***'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 açık-



Şekil 12

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

lamalar, daha önce küresel tümsek aynadaki kanıtlamayla benzer olur. (Eğer ***hbe*** ve ***hbk*** açıları eşit iki açı ise.) ***t*** ve ***e***'yi ***bk*** çizgisine paralel olarak birleştirelim. Bu durumda, ***ebt*** açısı ve ***etb*** açısına ve dolayısıyla ***kby*** açısına eşit ve ***et*** kenarı da ***cb***'ye eşit olur. ***eb***'nin ***bk***'ya oranı ve ***eh***'nin ***ek***'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 bulunuyorsa, bu durumda gözlemci bu ayna yüzeyindeki herhangi bir şeyi 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 olur.

2) Bu aynanın yansıma kesitleri tümsek aynada olduğu gibi büyük bir daireden oluşur.

3) Bu ayna yüzeyine dik olduğu düşünülen büyük daireler ve bu daire yüzeylerinin uzantıları sonsuzdur. 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 ise ve mil de yarıçaptan daha kısa ise ve göz merkezi de küre merkezi ve ayna yüzeyi arasında ise, bu durumda 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 oradan da 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 ardışık olmasından dolayı milin noktalarının görünmesi mümkün

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES

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 iki 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 söz konusu edilen konumlarda görünürler.

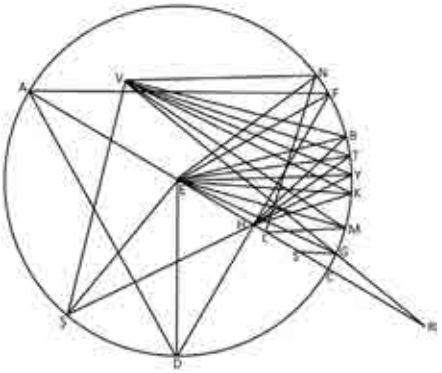
7) Görüntüleri dikme üzerinde bulunmayan her çizgi, tersi bir konumda görünür.

8) Yüzeye yerleştirilen bir noktanın görüntüsünün kendisinden daha büyük görünmesi mümkündür. Bu durum, burada daha önce söz konusu edilen deneyler için de geçerlidir.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

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 birkaç konuma yerleştirilsin. Bu durumlarda, söz konusu edilenlerin teoreme uygun olduğu görülür.

Bunun açıklanabilmesi için ***abcd***, merkezi ***e*** olan bir ayna yüzeyi ve ***v***, ***ae***'ye yakın bir yerde bulunan bir göz merkezi, diğeri de ***a*** üzerinde bulunsun. ***ac***'yi ***c*** yönünde ***r***'ye kadar uzatalım. Milin tepe noktasını oluşturan Hardele de ***h***'de bulunsun ve onu ***c*** ile birleştirelim. Bu durumda geometri kurallarına daya-



Şekil 13

narak şunları çıkarsayabiliriz: Gözün üzerinde bulunduğu noktadan çizilebilmesi mümkün olan her yay eğer ***veh*** noktalarından çıkan yaylardan biriyle birleştirilirse, bunlardan ***e*** noktasından geçen hat, açıyı 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, ***eb***, ***et***, ***ey*** ve ***ek*** 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 nispetle durumsal bir özelliktir. Adı geçen bu yansıma çizgilerinin ***ac*** çapına ***c*** yönünde yakınlaşmasından bir şey olmaz. Ta ki, o şeyin (onun üzerinde) sözünü edeceğimiz bir yansıma noktası oluncaya kadar. Bu konuyu başka bir yere erteleyerek başka bir şeyden söz edelim.

Diyoruz ki, ***l*** noktası için iki farklı yönde iki yansıma noktası vardır. Bunlardan birisi ***ck*** yayı üzerindeki ***m*** noktasındadır ve onun yansıma çizgisi görüntü noktasının yer aldığı çapa yaklaşıyormuş gibi görünür ve diğeri de ***ab*** yayındaki ***n*** noktasında bulunur. Bunun ***c*** yönünde görüntü konumu olmaz. Bu hatlar birleştirildikten sonra ***l*** noktasının ***abc*** yarı dairesi üzerinde iki yerde görüneceğini ve ***s*** noktasının yansımasının da ***a*** noktasında ortaya çıkacağını ve bunların görüntülerinin de ***c*** yönündeki ***va*** ve ***ac*** hatlarının birbirleriyle kesiştiği ***r*** noktasında olacağını anlarız. İsterse göz merkezi ***a*** noktasında bulunsun yine aynı şekilde ***h*** noktasının ayna yüzeyindeki iki karşılıklı kesit olan ***f*** ve ***d*** yansıma noktalarından görünmesi mümkün olur. Bu durumda onlar için görüntü konumu yoktur. Görüntü yüzeyi ayna merkezinden geçerse çaplardan birisine intibak eden mili kesmiş olur ve göz onun üzerinde mile bakıyor olsun ya da olmasın, onun bir noktasından yayılan görüntü meri nesnenin renginin suretini taşıyan ışıklı bir halka şeklinde olur. Ortasında ise başka bir suret vardır.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

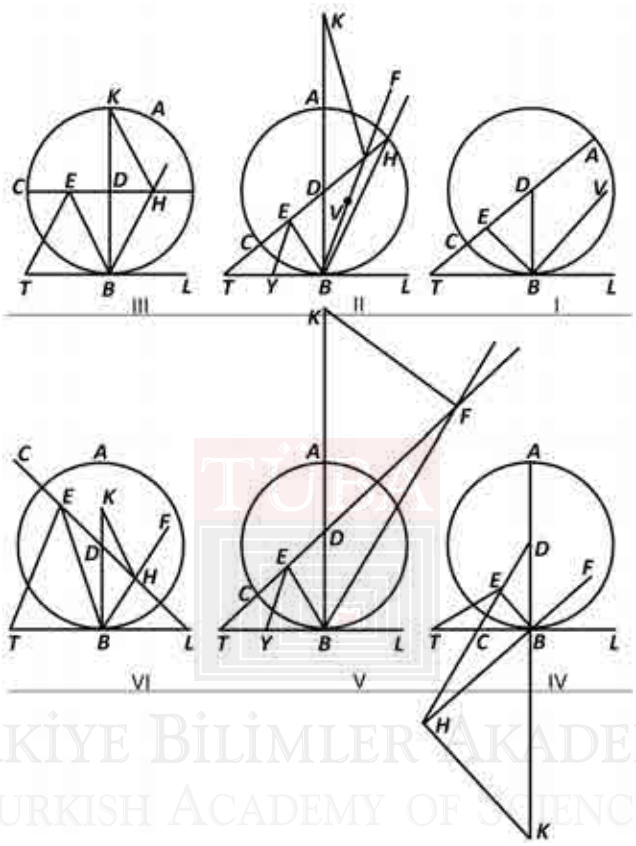
Eğer göz onun üzerinde değilse, milin iki görüntüsü olur; bunlardan birisi, ters olarak görünür ve diğer aynalarda olduğu gibi aynaya gömülmüş zannedilir. Görüntü gerçektir ve mille, görüntü yüzeyinin göz merkezi tarafında mille birleşmiştir. Diğeri ise ayrıdır, terstir, gerçektir, göz ve mil arasında ayna merkezinin ortasında bulunur. Onun suretinden gelen koninin tepesi merkez olur ve tabanı göz yönünde bulunan diğer koniye dönüşür. 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 yakınlaştıkça 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 vâkıf olamayız.

9) Görüntü noktalarının konumları ve orantılarıyla ilgili açıklama.

Bilinmelidir ki, göz merkezi çok dakik olarak yaptığımız bu aynadaki deney milinin eksenine çakışan 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 bir şeyin 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 bir şey 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.



Şekil 14

Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

Merkezde bulunan şeyin görünmesine gelince: Bu durumda dikmenin yansıma hattına intibak etmesi gerekmez. Eğer üçgenin varlığı gerekliyse, 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 kesişmiş olur; 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 herhangi bir uzaklıkta görünmesinin mümkün olduğu takdirler de vardır.

Eğer çap üzerinde bulunmuyorsa ve 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 dâhil

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 anlatılan durumlara ilişkin şekillerin toplamı altı tanedir.

abc ayna yüzeyi, ***d*** küre merkezi, ***e*** görünen bir nokta, ***v*** göz, ***b*** yansıma noktasıdır ve ***lt*** hattı da yüzeye ***b*** noktasında teğettir. ***e*** noktasından geçen ***dc*** çapını çizelim ve onu ***t***'de teğet hattı kesecek şekilde uzatalım sonra, ***vb***'yi birleştirelim ve ***h*** noktasında çapı kesecek şekilde uzatalım. Birinci şekil göz önüne alındığında, orada ***h*** noktasının olmadığı görülür.

Sonra ***bh***'ye paralel olacak şekilde ***ey***'yi çizelim ve teğet hattı ***y***'de kessin. ***h***'den de ***db***'ye paralel bir hat çıkalım ve o da ***db*** çapını ***k***'da kessin. Sonra da teğet hattın diğer yönüne doğru ***l***'yi belirleyelim. Bu durumda ***db***, ***by***'ye dik olur. ***ebd*** ve ***hbd*** açıları ve ***hbt*** ve ***ebl*** açıları eşittir. ***vbl*** açısı ***eyb*** açısına ve ***eby*** açısı ***eyb*** açısına eşittir. ***eb*** hattı da ***ey*** hattına eşittir. Çünkü ***hk***, ***eb***'ye paraleldir. ***ebd*** açısı ***hbd*** açısı ***hkb*** açıları eşittir. ***hb***, ***hk*** kadardır. Daha önce geçtiği gibi, ***ey***, ***eb*** kadardır. ***hb***'nin ***hk***'ya oranı yani ***dh***'nin ***de***'ye oranı ***ey***'nin ***bh***'ye yani ***ht***'nin ***te***'ye oranı gibidir. Üçüncü şekilde, ***b***, ***t*** ile aynı konumda olur.

Beşinci şekilde de aynı oranlar geçerlidir. Çünkü ***ety*** ve ***bte*** 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 bir şey değildir. Çünkü buradaki husus kolaydır ve görüntü ve yansıma noktalarının konumları, tek bir görünen nesne hatta tek bir nokta için tek bir gözde birden fazla olur. Bu ayna için bu şaşırtıcı bir nitelik değildir. Çünkü o yakan aynadır ve yakma ve yakan ayna konusu üzerine açıklamalar inşallah müstakil bir makale olarak ele alınacaktır.

10) Göz merkezi, tek bir görünen 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 mahallinin gözü kesmesi (karşılaması) mümkündür ve bu durumda eğer göz mahalli görüntü konumundan uzaklaştırılmazsa ya da ona olan uzaklığı değişmezse, orantıda çok fazla farklılık olmaz.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

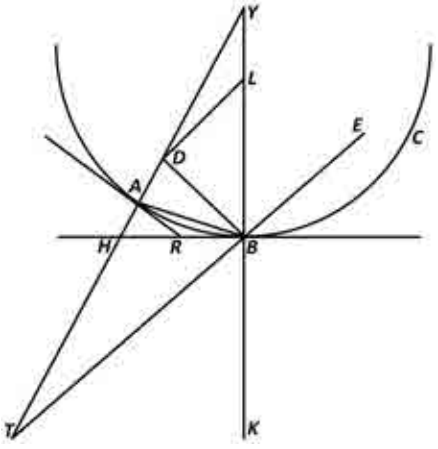
Beşinci Amaç

Beşinci amaç, çukur silindir 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 her biri için (yansıma) düzlem aynadaki gibidir. Eğer, silindir çukur aynada bir daire ise, görüntü de küresel çukur aynadakine benzer. Daha önce geçtiği gibi, eğer yansıma kesiti konik ayna için daire değilse bu durumda sadece kesitler kalır. Buradaki görüntü konumlarını açıklayabilmek için ***abc*** kesitlerden birisi, ***a*** noktası deney milinin dikey olarak konulduğu nokta, ***b*** noktası 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 ***e*** yönüne uzatalım ve ***be***'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 birleştirirsek bu durumda ***tba*** ve ***tab*** açıları dik açıdan küçük olacağından ***bh*** ve ***dh*** doğruları kesişmiş olur. Daha sonra ***b*** noktasından ***bh***'ye ***y*** ve ***k*** yönlerinden dik olan bir dikme çıkalım ve bu dikme ***da*** hattını ***d*** yönünde ve ***y***'de kessin. ***dby*** açısı, yani ***ybh*** açısı daha önce belirtildiği gibi ***kbt*** açısına eşittir. Bunların tamamından geriye kalan açı ise dik açı olur.



Şekil 15

hbt açısı, ***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 et'ye paralel ***dl*** hattını çıkalım. Bu durumda, ***tbk*** yani ***dbl*** açısı ***dlb*** açısına eşit olur. ***dl*** doğrusu

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

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.

Bu minval üzere devam edildiğinde, benzer bir durum çukur küresel aynada gerçekleşir. Bilinmektedir ki yansıma hattı mil hattının intibak ettiği dikmeye paralel olursa görüntü olmaz, aksi durumda olur. Görüntü 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.

TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Yansımayla Ortaya Çıkan Görme Kusurlarıyla İlgili Kısmın Sonucu

Sonuç beş bölümden oluşur.

Birinci Bölüm

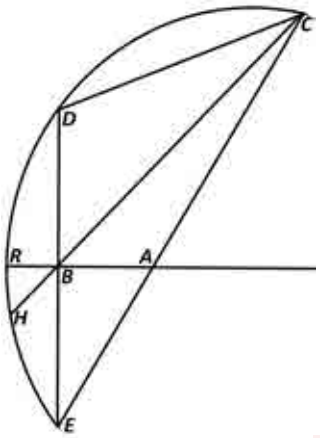
Birinci bölüm, düzlem aynadaki kusurlar konusundadır. Burada, her zaman olduğu gibi bir giriş yapalım.

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 tersi yönde bulunan bir nesneyi parlak bir nesne aracılığıyla algılayabiliyor ve bu aracı olmadan algılayamıyorsa, bu durumda konunun uygunluğunun, tamlığının ya da noksanlığının araştırılması gerekir. Bunun için diyorum ki, gözün algılayamadığı bazı yüzey dalgalanmalarının söz konusu olduğu parlaklığın şiddetlenmesi ve zayıflaması gibi, iki yön bu koşuldan çıkarılmalıdır.

Görünen nesnenin geliş doğrultusu [göze] yakın ise daha çok hata oluşur ve ışık, renk, uzaklık ve konum gibi algılanması gereken manalardan dördü yansımayla algılanamaz. Bu durum, ayna türlerinin tümünde geçerlidir. Çünkü yansıyan ışığın aslından daha zayıf olduğu kanıtlanmıştı. Diğer bir husus da yansıyan rengin derece bakımından daha zayıf olduğudur. Ayrıca yansıyan [ikincil] ışıkla birlikte aynanın rengi de taşınır. Aynı şekilde yansıyan ışığın gelen ışığın oluşturduğu koniye orantılı bir koni oluşturacağı da kanıtlanmıştı. Bun-

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ Turkish Academy of Sciences www.tuba.gov.tr



Şekil 16

dan dolayı düzlem bir aynada yansımayla görünenin gelen ışınla görünenden daha küçük olduğu, ayna yüzeyine dik konulan bir nesne için bunun mutlak olmadığı belirlenebilir.

Daha önce yapılan kanıtlamalar gibi, bunlardan bazılarının kanıtlanması da ayrıntılı olarak yapılacaktır. Yansıma ve gelme hatları daima göz ve nesne arasını bağlayan hattan daha uzundur.

Bu anlatılanların 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 ***be***'yi bölelim ve ***ce***'yi birleştirelim ve bu çizgi ***ab***'yi yansıma noktasında kessin. Bu nokta ***a*** olsun. Diyoruz ki yansıma kuralı gereği, ***eb, bd***'nin görüntüsüdür. Ancak ***bd***'nin yansımayla ortaya çıkan görüntüsü, gelen ışığa bağlı olarak ortaya çıkan görüntüsünden çok küçüktür.

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES

Bunun Kanıtlanması

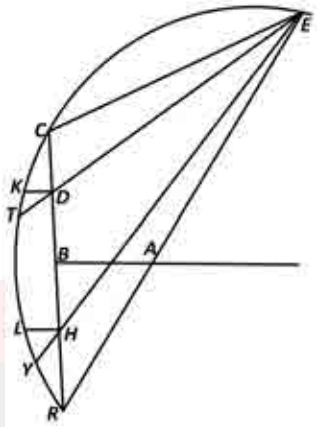
cde noktaları üzerine bir daire parçası çizelim. ***ab***'yi ***b*** yönünde daire kesitini ***r*** noktasında kesinceye kadar uzatalım. ***cb***'yi birleştirelim ve onu da yine ***b*** yönünde daireyi ***h*** noktasında kesinceye kadar uzatalım. ***de***'nin ***dre*** yayının kirişi olduğundan ve ***ar*** hattı da onu iki parçaya böldüğünden ve ona dik olduğundan yayı da ikiye bölecektir ve onun merkezinden geçecektir. ***rd*** ve ***re*** yayları iki eşit yaydır. ***er***'nin bir kısmı olan eh yayı da ***dr***'den daha küçüktür. ***dh***'den ise çok daha küçüktür. Görünen yansıma açısı olan ***hce***, geliş açısı olan ***dce*** 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 ***e*** göz merkezi olsun. ***cd***'yi ***b*** yönünde uzatalım bu çizgi ***ab***'yi ***b*** noktasında kessin ve aynı doğrultuda uzasın ve onu iki kısma böl-

sün. ***br, bc***'ye ***bh*** de ***db***'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 Kanıtlaması

cr noktaları üzerine bir daire kesiti çizelim. ***ec***'yi ve ***er***'yi birleştirelim. Sonra da ***ed***'yi birleştirip, daire kesitini ***t***'de kesinceye kadar uzatalım. Daha sonra da ***eh***'yi daire kesitini ***y***'de kesene kadar uzatalım. ***d*** noktasından ***cd***'ye dik ve yayı da ***k*** noktasından kesen bir dikme çıkalım. 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 ***ry*** yayları da bir dairedeki iki eşit yay olduğundan, ***ry*** yayının ***rl*** yayından küçük ve ***ct*** yayından ise daha küçük olduğunu ve ***cd***'nin yansımasının göründüğü ***her*** açısı, ***cd***'nin gelişinin göründüğü ***ced*** açısından çok küçük olduğunu söyleyebiliriz. Bu da bizim belirtmek istediğimizdir.



Şekil 17

Konum hatasına gelince: Eğer mil bir miktar eğimli hale getirilirse ve ayna da bir miktar oynatılırsa, bu durumda o aynada yansımayla görünenin gelişle görünenden daha kısa görünmesi olanaklı olur. Çünkü ortalama uzaklık yüzeye olan dikme kadardır. Burada on bir problemden söz edeceğiz.

1) Eğer göz, parlaklığın şiddetine maruz bırakılmazsa, görüntüler netleşir ve bir hata meydana gelmez. Aksine parlaklık şiddetli olursa, gözün var olduğu halde yokmuş gibi sandığı bir hata meydana gelir. Eğer bu yüzey küreselse, görüntüler iç kısma nüfuz eder. Eğer göz ışığın zayıflaması yönündeyse, bu durumda görüntünün ayrıntılarının algısında hata oluşur. Tıpkı ışığın zayıflama yönündeki çıkışında olduğu gibi.

Yansıtıcı yüzey geliş doğrultusunun dışına 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 yüzeyin birkaç yerinde nesne ve gözlemci arasında bulunan konuma uygun olarak görebiliriz. Eğer

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

nesne yüzeyin uzantısına paralel uzuyorsa ve görenle görünenin de yansımayla 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 konuma yakın bir yerde ve nesneyi yüzey yönünün dışında teğet olacak şekilde keserse, öncelikle yansımayla ortaya çıkan görüntü nesnenin üst kısmının görüntüsüdür ve altta görünür. Tersi durumda ise alt kısmının görüntüsüdür ve üstte görünür. Yönlerde değişme olmamasına karşın, nesnenin üst kısmının yansıma noktaları bakan kişiye daha yakın, alt kısmının yansıma noktaları ise daha uzak olur. Daha önce parlak nesnenin parlaklığının şiddetinden dolayı da algılamanın olanaksızlaşacağı belirtilmişti. Yönlerin değişmesi gerçektir.

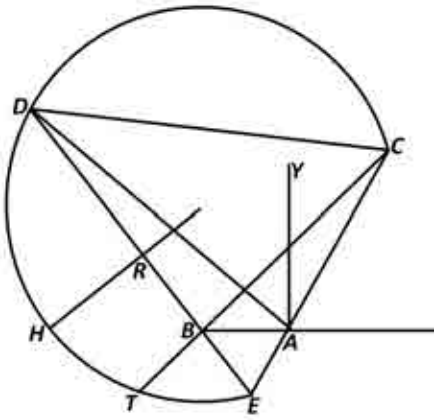
Şöyle ki, görüntünün sağı bakan kişinin sağıdır. Bu durumda yansımayla sağ solda sol da sağda görünür. Eğer aynanın bir kenarı burun ucuna dayandırılıp, bu durumda aynaya bakılırsa, görüntü gerçekte çok uzaktaymış gibi görünür ve geliş hattını belirlemek olanaklı olmaz. Göz kayması (şaşılık) durumunda olduğu gibi, görüntü iki tane olur. Görüntüye bakıldığında, en uzak noktalarının da yine ikili göründüğü açığa çıkar. Tıpkı gelişe bağlı olarak gözde görünen nesneye göre oluşan 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 derece olduğunda, yansıma noktasının büyüklüğü yüzeydeki milin konumundaki noktaya eşit, 45'den daha fazla olursa daha uzun, 45'den az olursa daha kısa olur.

Büyüklük konusunun incelenmesine gelince: Düzlem bir aynanın yüzeyine dik olarak konulmuş miktarların görüntüsüne nispetle, uzaklık konusunun incelenmesindeki yansıma ve geliş hatlarının gerektirdiği uzaklık ilişkisinden dolayı, daha büyük olacağının bilgisi geçmişti. Burada ise diyoruz ki, eğer nesne yüzeye eğimliyse, göz merkezinin ve nesnenin konumlandığı 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 olur. Nesnenin ekseninin izdüşümünün bulunduğu görüntü yüzeyinin eğimli

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKEY ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

olması durumunda; eğer dikme göz yönüne ya da tersine eğilirse, eğim bu yönün tersinde olur.



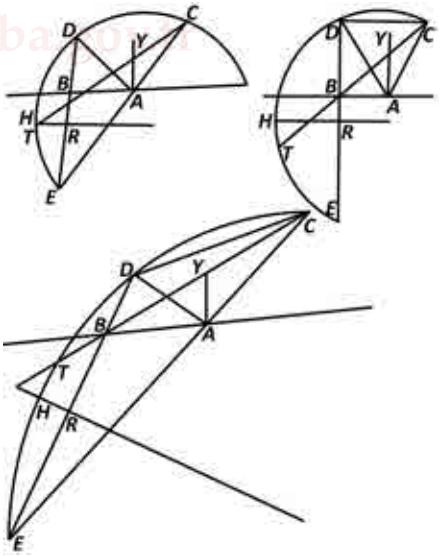
Şekil 18

Bu söz konusu 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 ***e*** noktasında kesecek şekilde uzatalım. ***eb***, ***db***'nin görüntüsüdür. ***dce*** noktaları üzerinde bir daire kesiti oluşturalım. ***de*** kirişini de ***r***'de ikiye bölelim ve ondan kiriş üzerine bir dik çıkalım ve onu ***de*** yayını kesecek şekilde uzatalım. Sonra da, ***cb***'yi ***b*** yönünde çevreyle ***t*** üzerinde kesişecek şekilde uzatalım. Diyoruz ki, ***ht*** yayı ***he*** yayından yani ***dh*** yayından daha küçüktür ve ***he*** yayı da ***dt*** yayından çok daha küçüktür. ***ect*** açısı yani yansıma açısı geliş açısından yani ***tcd*** açısından çok daha küçüktür. Bu da bizim belirtmek istediğimizdir.

TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

Uyarı

Bu yönde milin eğimlendirilmesiyle küçülen görüntü, mil geliş doğrultusuyla intibak edip, görüntü yok oluncaya kadar ortadan kalkmaz. Bu durumda geliş doğrultusu görünür, yansımayla görünen yok olur.



Şekil 19

Eğer mil göz yönünde eğimli olursa, görüntüsü kendi uzunluğundan daha kısa, eşit veya daha uzun olur. Bunun bu şeklin terkibi yoluyla üç şekilde açıklanabilmesi için, yansıma ve geliş hatlarının izleri, geliş açısı, daire

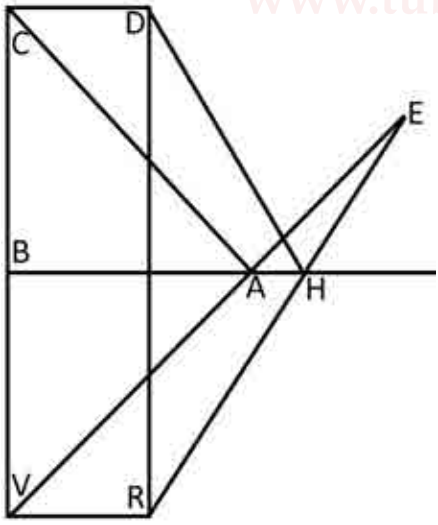
ve kiriş için yarıçap olsun. Bu çap bir kez daire çevresinin dahilinde ***b*** yönünde uzayan ***cb*** hattını kessin.

Diyoruz ki, bu şekilde olduğu gibi, ***ht*** yayı ***he*** 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 ***he*** yayından daha büyük olur. ***ect*** 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 söz konusu 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. Bunu için ***cd*** yukarıdaki koşula bağlı olarak enlemesine konulmuş bir hat, ***ab*** yansıma kesiti ***e*** göz merkezi olsun. ***c***'den ***ab***'ye bir dikme indirelim ve bu dikme onu ***b***'de kessin. Bu dikmeyi uzatalım ve ondan ***cb***'ye eşit ***vb***'yi bölelim. ***r*** açısı dik açı olan ***dr*** de çizelim ve dörtgeni tamamlayalım. ***hr***'yi birleştirelim. Bu hat ***ab*** hattını ***h***'de keser ki bu nokta ***d*** noktasının yansıma noktasıdır. Sonra da ***ev***'yi birleştirelim ve ***ab***'yi ***a***'da keselim. Bu nokta da ***c***'nin yansıma noktasıdır.

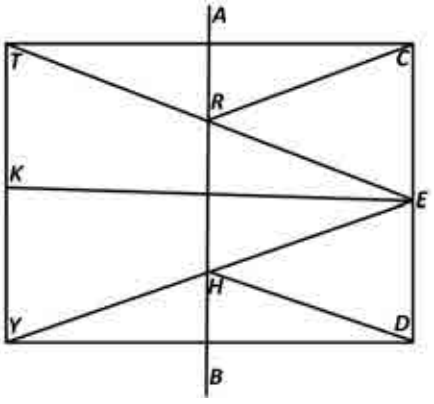


Şekil 20

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. Açıktır ki, bu konumda, bu noktaya gelişe 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. Gelişe bağlı olarak görünen görüntü yansımayla görünenden daha küçük olur ve hiçbir zaman daha büyük olmaz. Bu da çok açıktır.

İkincisi, göz merkezi milin ortasında bulunsun ve yansıma kesitine paralel olsun. Bu durumda görüntü aslına 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 ***eh*** hatlarıyla birlikte ***h*** yansıma noktasında da durum aynıdır. ***c*** noktasından yansıma kesitine onu kesip geçen bir dikme çıkalım. Sonra da ***r*** yönünde ***er*** hattını uzatalım. Bu hat dikmeyle ***t***'de yani ***c***'nin görüntü noktasında kesişir. Buna benzer şekilde ***d*** noktasından da bir dikme çıkarsa aynı şey söz konusu olur. ***eh***'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 ***e*** noktasında ikiye bölünmüş olur ve bu noktanın yansımayla ortaya çıkan görüntüsü aynayı da ikiye bölmüş olur. Eğer ***e***



Şekil 21

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

noktasından ***ty*** hattı üzerine bir dikme çıkarsak, bu hat onu iki eşit kısma bölmüş olur. ***cdyt*** 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 kanıtlanmak istenendir.

Üçüncüsü, göz merkezinin görünen hat yönünde ya da kesite paralel tersi bir yönde bulunması durumudur. Bu durumda, gelişle görünen yansımayla görünen gibidir.

Eğer mil ayna yüzeyine yanlamasına, ayna eksenine paralel olacak şekilde ve üzerindeki her bir noktanın görüntüsünün açığa çıkacağı bir biçimde konulmuşsa, koninin tabanın iki tarafından uzayan ve göz merkezinden birleşen iki çizgi, gözü ayna yüzeyine bağladığı varsayılan dikme ile milin yüzeyindeki noktaları ayna yüzeyine bağlayan uzantılar ya eşit olur ya da gözü ayna yüzeyine bağlayan dikme bu uzantılardan daha uzun ya da daha kısa olursa, gelişle görünen yansımayla görünenden daha büyük olur. Çünkü görüntünün her iki tarafı görüntü yüzeyindeki paralel iki hat tarafından sınırlandırılmaktadır ve görüntünün göze uzaklığı, görünene olan uzaklığından fazladır. Çok küçük bir düşünmeyle de açıkça ortaya çıkacağı üzere, eğer bu iki görüntü yüzeye paralel değilse, onun görünümünü tasvir etmek, suretten arınmış olarak tasavvur etmekten daha fazla zordur. Bundan dolayı, tasviri bıraktık. Bu sunduklarımızdan sonra, söz konusu milin konumlandırılmasındaki diğer eğim [açılarına] ilişkin hükümlerin açıklanması dışında bir şey kalmadı. Bu da yeterlidir.

Kütleye bağlı olarak diyoruz ki, çapların miktarlarının büyüklüğü neyi gerektirirse gerektirsin (cesamet), yüzeylerde ikili, kütlelerde üçlü olur; tıpkı geliş hatlarında olduğu gibi.

Şekle bağlı olarak, bir küre düz bir yüzey ve çok açık bir yuvarlak olarak görünür. Bu durumlar gelişle görünse bile, uzaklık yansımayla artar. Bunun benzeri, uzaklığın ortalama olduğu gelişe bağlı görüntü hataları konusunda geçmişti. Gerçekten uzun bir silindir, eğer alt kısmı aynaya yakın ise koni şeklinde görünür. Bunun sebebi, geliş yanlışları ve yansımayla uzaklığın artıp çoğalmasında geçenlerle aynıdır.

Bitişiklik ve ayrıklığa bağlı olarak, 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. Kendisi-

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

nin böyle uzaklıkta bulunmakla birlikte, yansıma ve geliş hatlarının bulunduğu uzaklığın büyümesinden dolayı yine hatanın meydana gelmesi mümkündür.

Sayıya bağlı olarak, yüzey paramparça ve kırıksa bütünün gelişi bu kesitlere nispetle 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 görünür. Bunun sebebi, yansımayla birlikte ortaya çıkan uzaklığın, görüntünün küçüldüğü yerde küçülmeye eklenmesidir.

Geriye kalan durumlarda, hatanın meydana gelmesi, gelişle görünenin yansımayla görünenle kıyaslandığında daha fazladır.

2 ve **3**): *Uzaklık*: Uzaklığın artması hususuna gelince, diğer durumlarda, yüzeyle 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.

Konuma bağlı olarak, eğer bir daire geliş hattının bu daire yüzeyine intibak etmesini gerektirecek bir konumda bulunuyorsa, yani göz önüne yanlamasına konulmuş bir durumdaysa, onun yansıma noktaları bir düzlem üzerinde olurlar ve yansımayla tek bir hat olarak görünürler. Bu konumda, geliş yönünde 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.

4) Konuma bağlı olarak, yüzey gerçekten bir düzlem ise konuma bağlı olarak yansıma hatalarından geçenlerin dışında bir şeyin olmasını gerektirmez. Sadece iki kütle arasındaki uzaklıkta ya da o ikisinin görene olan uzaklığında ya da aynanın her ikisine olan uzaklığında, aynada görünen şeyin konumu hariç. Çünkü konum göreli bir hususdur. Bu konu uzaklık konumunda yeterince anlatılmıştı.

Burada diğer bir husus kaldı; o da, aynanın konumunu gerektirmeyen ancak altı ve üstü olmaksızın tam ortasının görünmesini gerektiren dikmedir/Normaldir. Bu dikme, ayna yüzeyindeki bir uzantı gibi görünür ve aynanın içine gömülmüş gibi düşünülmez. Bunun nedeni de yüzeyin bitmesiyle onun görün-

tüsünün bitmesidir. Kuyu ağzı, havuz ya da benzeri yerlerdeki bu dikmenin benzeri, uzantısına bakmamaya alışma nedeniyle uzuyormuş gibi zannedilir.

5) Işığa bağlı olarak, bu çıkış kuvvetlenme yönündeyse görünenlerin yansımayla görünene nispetle çok net olmasını gerektirir. Zayıflama yönündeyse daha çok hatanın oluşmasını gerektirir. Çünkü ışık yansımayla zayıflar. Eğer ışık zayıfsa ve gözün konumu da ışığın yansıma konumundaysa, bu ışık nasıl gözü kamaştırır ve onu görülenleri algılamaktan alıkoyar.

6) Miktara ve opaklığa bağlı olarak, her ikisinde de yanılgıya yol açacak bir özellik 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 nispetle artmasıyla bazı ayrıntıların gizlenmesiyle meydana gelir. Bu da açıktır.

7) Saydamlığa bağlı olarak, saydam olmasından dolayı bu bölümün konusu değildir. Çünkü saydam da kaba bir yansıma olur ve saydam nesnelerde 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 nüfuz 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 ayırt edebilmenin zayıflığını gerektirir.

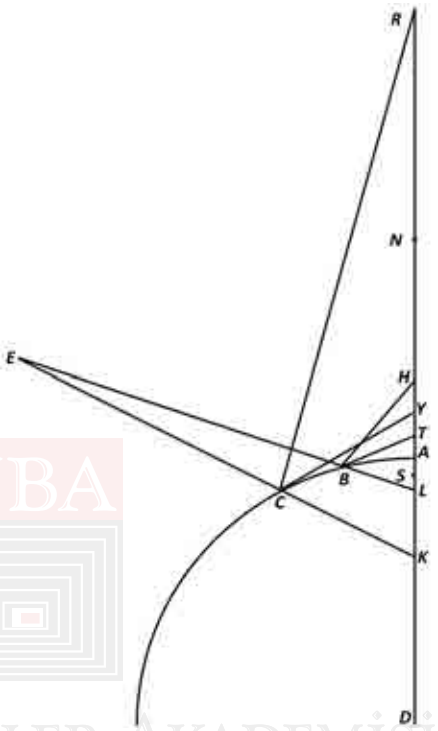
10) Hayvani ruhun mizacı, hayvani ruh nefsin algılama yeridir. Bu nedenle, o gelen görüntüdeki yanlışın gerektirdiğinden fazlasını gerektirir.

İkinci Bölüm

İkinci bölüm, tümsek küresel ayna hataları konusundadır. Ayna türleriyle ilgili genel hatalarla ilgili açıklamalar geçmişti. Bu aynada ise hata daha fazladır. Dört niteliğe (ışık, konum, renk, uzaklık) bağlı olarak oluşan hatanın nedeni bu yüzeyde yansıyan ışığın farklılığıdır. Aynı şekilde bunu da geliş hataları hususunda geçenlerde olduğu gibi yapacağız.

TÜRK BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Kütle ve büyüklüğe bağlı olarak, 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 uzaklığına bağlı olarak oluşan konileşme oranı gelişin bakiyesine ve görüntünün aslının miktarındaki küçülmenin gerektirdiğine göredir.



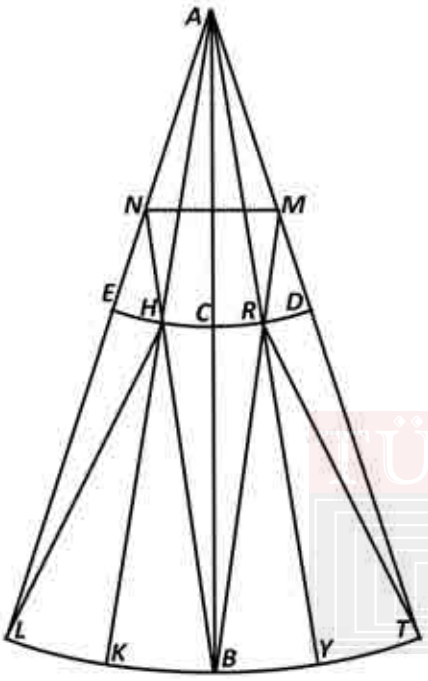
Şekil 22

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.) Geriye kalan, ***nh***'nin ***yt*** ve ***sk***'nın 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

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES



Şekil 23

dikmenin konumuna yaklaşmayı gerektirir; özellikle, eğer bakan kimsenin aynaya uzaklığı artarsa, bu durumda görüntü kirişine oranla bu küçük açıya bağlı olur. Yüzeydeki dikmeler konusunda bu geçerli olmaz.

Yanlamasına değil de göz yönünde yere dik konulmuş olması durumlarına gelince: Bu ihtimallerin bütünüyle açıklanabilmesi için, ***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***, ***ae*** hatlarını ***b*** kesiti yönünde, ***tykl*** kesitiyle bitişecek şekilde birleştirelim.

Sonra, ***rt***, ***rb***, ***hb*** ve ***hl*** hatlarını birleştirelim. ***try*** ve ***bry*** açıları eşittir. Aynı şekilde, ***bhk*** ve ***lhk*** açıları da eşittir. Sonra da, diyoruz ki, ***b*** noktası göz merkezi ve ***de*** 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 ***ae***'yle ***l***'nin görüntüsü olan ***n***'de birleşecek şekilde uzatalım ve ***mn***'yi birleştirelim. Bu durumda ***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.

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

Uyarı

rt ve ***hl*** hatlarının ***t*** ve ***l*** yönlerinde uzadığı varsayılsın. Bunlarla sınırlanmış görünen hat da ***tl*** kirişine paralel ya da ona eğimli olsun. Aynı şekilde, isterse o yönlerde uzamasın ve görünene paralel olan bu iki hatla sınırlanmamış olsun ya da görünene eğimli ve kesitin üzerinde bulunan daha küçük olmasın, yine de eğimli olan birincisinden daha küçük olur. Orantı değişmez; ancak konumlar yansımaya bağlı olarak değişir. ***at*** ve ***al*** hatları birbirine yakınlaşır ve yansımaya bağlı olarak da birbirlerinden uzaklaşırlar.

Bu durumda, görüntü çapı kısalır ve merkeze yaklaştıkça da uzar. Bu oran üzere, uzaklaşma durumuna gelince: Eğer görünen hat yanlamasına konulmuşsa ve ayna da onunla göz arasında ise, bu durumda çok kuvvetli bir ihtimalle iş aynı olur. Ancak, eğer bazı konumlarda bulunuyorsa, yansımayla gelişe bağlı olarak görünene eşit ya da nadiren de daha büyük görünür.

Büyük bilgin İbnü'l-Heysem ve onun izleyicisi, bu saygın amaca ulaşmak için bu yolu seçtiler. Kanıtlamaları geometri kurallarıyla temellendirilmiş şekillere dayandırılmıştır. Bunların hesabı ve orantılarıyla ilgili problemler, matematikte bilgi birikimini gerektirir. Sunulanın azlığı elde edilenlerin nadir olması bizi fazlasıyla etkiledi ve gözlemi karışık hale getiren konu ve amaçlara halel getirmemesi ve mükemmelliğinden dolayı, onların 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.

Şekle bağlı olarak, bu aynanın (tümsek küresel) üzerine dik olarak konulan silindir, konik olarak görülür. Bunun nedeni düzlem aynada geçmişti. Burada ise öncelikle görünenin uzaklığı söz konusudur. 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 durumlarda, 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

Üçüncü bölüm, silindirik ve konik ayna kusurları hakkındadır. Tümsek küresel aynada oluşan kusurlara ilişkin hususların tümü burada da geçerlidir. Silindirik aynada ise kusur daha fazladır.

Şekle bağlı olarak, küresel olan uzun bir şeymiş gibi görünür. Çünkü onun tümsek kısmının yuvarlaklığı onun küçük görünmesini gerektirir. Onun uzun tarafı ise üzerindekinin geliş yönünde görünmesini gerektirir. Bu da bu şekil üzere yayılan küresel bir görüntü oluşacağını gösterir. Oluşan görüntü elipstir. Bundan dolayı, elips şekil, eğer silindirik aynaya yanlamasına konulursa, yuvarlak ya da silindirin taban ve elipsin kenarı arasındaki ilişki, tıpkı şekle bağlı olarak oluşan koninin açılara sahip olması gibi, yuvarlağa yakın görünür. Küresel olan da koni şeklinde görülür.

Diğer durumlarda da benzer bir akıl yürütme yapılabilir. Bundan dolayı, cam ayna sanayiinde 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.

TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences

Dördüncü Bölüm

Küresel çukur aynalarda oluşan görme kusurları konusundadır ve oluşan kusurlar, bu aynaya özgü yansımaya bağlı olarak oluşan durumların çeşitliliğinin çok olması dolayısıyla gerçekten çok fazladır.

Işığa bağlı olarak, öncelikle bizzat yansımaya bağlı olarak ışığın zayıflamasını ve ikinci olarak da varsayımsal olarak merkezde ve onun yakınında yansıyan ışığın aslından daha fazla ışıklı olabileceğini ve hatta yanmaya bile yol açabileceğini ele alacağız.

Deney

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 merkezle çakıştığında ise ışık kuvvetlenmiş olur. Küçülme sona

erdiğinde kuvvetlenme de sona erer. Buna karşın, opak nesne yüzey yönünün tersinde uzaklaştırıldığında, genişleme ve zayıflama başlar. Işıkta şiddetlenme ortaya çıkar. Ancak, arızi bir toplanma ve zati bir zayıflama olur. Zaman zaman geçtiği üzere bu sabittir. Renk, ışığa bağlıdır.

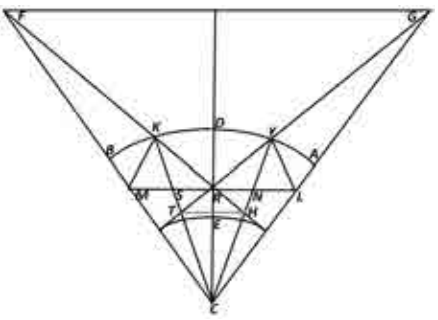
Konuma bağlı olarak, eğik ve tümsek olan dümdüz görünür. Tersi de mümkündür. Yani dümdüz olan da eğik görünür. Bunun açıklaması yapılacaktır.

Şekle bağlı olarak, düzlem aynayla bu husus karşılaştırılırsa miktarlarla ilgili açıklamaların gerekliliğinin daha çok olduğu açığa çıkar.

Kütleye bağlı olarak, diyoruz ki, kütle miktarın büyüklüğüne bağlıdır.

Büyüklüğe bağlı olarak, 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 yarıçapı olsun. Bunu ***e***'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*** teğetlerini çizelim. ***ch***'yi birleştirelim ve ***h*** yönünde ***ab*** büyüklüğünü ***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 çıkalım. ***k*** noktasından da benzer şekilde diğer bir paralel çıkalım. ***ch***'yi dik olarak ***y***'den ***l***'ye paralel olarak çıkılan dikmeyi ***r***'de kesecek şekilde uzatalım. Aynı şekilde, ***k***'dan ***m***'ye paralel olarak çıkılan dikmeyi de ***r***'de keselim. ***cl***'yi birleştirip ***l*** yönünde, ***cm***'yi birleştirip ***m*** yönünde uzatalım. ***ce***'nin ***dh*** kadar olması dolayısıyla ***ch***, ***hy*** ve ***ct***, ***tk*** kadar olur. ***rh*** teğeti ***cy***'ye diktir. Aynı şekilde ***rt***'de ***ck***'ya diktir. ***ry*** ve ***rk*** hatları eşittirler. ***ryc*** açısı ***rcy*** açısına eşittir. Aynı şekilde, ***rkc*** ve ***rck*** açıları da eşittir. Çünkü ***yl rc***'ye paraleldir. ***lyc*** açısı yerine ***rcy*** ya da onun eşiti olan ***ryc*** açısı konulursa bu ikisi birbirine eşit olur. Benzer şekilde, ***mkc*** ve ***rkc*** açıları da eşit olurlar. Çünkü ***lm cr***'ye diktir. ***lr*** ve ***cy*** hatları ***n***'de kesişir. ***mr*** ve ***ck*** hatları da ***s***'de



Şekil 24

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

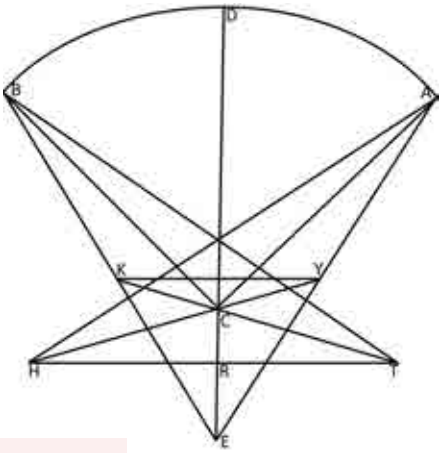
kesişir. ***cnr*** açısı dar açı, ***ynr*** açısı geniş açı ve ***lyn*** açısı ***nyr*** açısına eşittir. ***ry*** hattı ***yl***'den daha büyüktür. ***cr*** hattı da ***ly***'den daha büyüktür. ***cl*** ve ***ry*** hatları ***l*** ve ***y*** yönlerinde uzatıldığında bunlar ***a***'dan birleşirler. Benzer şekilde, ***cm*** ve ***rk*** hatlarının da ***f*** de birleşeceğini söyleyebiliriz.

Göz merkezi ***r***, ***l*** ve ***m*** noktaları görünen nesneler ve ***y*** ve ***k***'da bunların yansıma noktaları ve ***g*** ve ***f*** de görüntü noktaları olsun. ***gf*** hattı ***lm*** hattının görüntü çapıdır. ***rh*** ve ***rt***'nin eşit olmaları dolayısıyla, ***rcy*** ve ***rck*** açıları eşit olur. Aynı şekilde, ***ly*** 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. ***cg*** hattı ***cf*** kadardır. ***gf***, ***lm***'ye paraleldir.

Yansımayla algılanan ***gf*** hattı aslı olan ***lm***'den daha büyüktür. Bundan dolayı, insan bu konumda görüntüyü aslından 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 ***re*** arasında olsaydı, büyüklük ve konum hususu tıpkı daha önce geçtiği gibi olurdu ve gözün merkeze yakınlaşmasıyla 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 tümsekliğe 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 oluşan görüntü aslından daha küçük, değişmiş ve ters olarak görünür. Bunu açıklanabilmesi için ***ab*** ayna yüzeyi, ***c*** onun merkezi olsun. ***cd*** çapını ***ab***'yi ortalayacak şekilde ***c*** yönünden ***e***'ye uzatalım. Burası göz merkezi olsun. ***e*** ve ***c*** arasında bir ***r*** noktasının bulunduğunu varsayalım. ***r*** noktasından, eşit ***rh*** ve ***rt*** doğrularını çizelim. Bu doğru ***ht*** olsun. ***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***, ***ae***, ***ac***, ***ch***'yi birleştirelim ve ***ch***'yi ***c*** yönünde ***a*** ile ***y*** üzerinde birleşecek şekilde uzatalım.



Şekil 25

Benzer şekilde, ***t*** yansıma noktası da ***b*** üzerinde olsun ve ***bt***, ***bc***, ***be*** ve ***ct***'yi birleştirelim ve ***ct***'yi ***c*** yönünde ***hb*** ile ***k***'da birleşecek şekilde uzatalım. ***y*** noktası ***h***'nin ***k***'da ***t***'nin görüntüsüdür. ***yk***'yı birleştirelim. Bu çizgi de ***ht***'nin görüntü çapıdır. ***ah*** ve ***ae*** hatları ***be*** 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. ***yk*** hattı ***ht***'ye paraleldir. ***hcd*** açısı geniş açıdır. ***hca*** açısı da geniş açıdır. ***a***'daki iki açı eşittir. Bu iki açı ***b***'deki iki açıya da eşittir. ***hc yc***'den daha büyüktür. ***tc kc***'den daha büyüktür. ***yk*** hattı ***ht***'den daha küçüktür. ***ht*** bu ikisinden daha küçük görünür. ***e*** 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 belirtmek istediğimizdir.

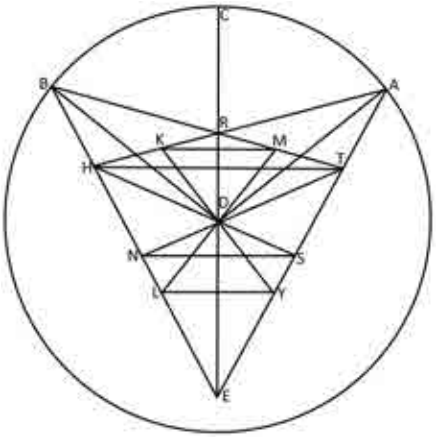
TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

Uyarı

Bu iki şekilde, göz merkezi bu konumda görünen hatta göre çok farklı olsa bile, zikredilen hükmün yansımaya bağlı olarak meydana gelmesi zorunludur. Onun tasavvuru ve tasviri gizli değildir. Aynı zamanda çukur, tümsek ve düzlem aynadaki durumlar da farklıdır. Ancak, bu durumların algısı da ayna yüzeyine olan uzaklığa bağlı olarak suretin de küçülmesinden dolayı, zayıflar. Eğer merkez, göz ve nesne arasında olursa, yansımayla ortaya çıkan miktarın görüntüsünün üzerinde bulunduğu aynaya bağlı olarak aslından daha büyük, eşit ya da daha küçük olması mümkün olur.

Bunun açıklanması için ***ab*** ayna yüzeyi, ***cd*** onun yarıçapı olsun. ***cd***'yi ***d*** yönünde çevreye oldukça yakın bir noktaya, ***e*** noktasına kadar uzatalım. Bu durumda, ***bc*** yayı ***ac*** yayına eşit olur. ***ad***'yi ***dh***'yle bir geniş açı oluşturacak şekilde birleştirelim. Sonra ***ht***, ***ha***, ***hb*** ve ***db***'yi birleştirelim. ***a***'dan, ***ad*** ile ***had*** kadar bir açı oluşturacak ve ***ec***'yi ***r***'de kesecek şekilde bir hat çıkalım ve ***hb***'yi ***h***'de kesinceye kadar uzatalım. Sonra da ***b***'den ***db*** ile ***hbd*** açısına eşit bir açı oluşturacak ve ***ce***'yi aynı şekilde ***r***'de kesecek şekilde bir hat çıkalım ve ***r*** yönünde ***ae*** hattıyla ***t***'de birleşinceye kadar uzatalım. ***d*** noktasından da ***ae*** üzerine bir dikme çıkalım ve bu dikme ***ae***'yi ***y***'de ve ***rh***'y' de ***k***'da kessin. Yine ***d*** noktasından ***eb***'yi ***l***'de ve ***tr***'yi de ***m***'de kesen bir hat daha çizelim. ***km*** ve ***yl***'yi birleştirelim.

Diyoruz ki, göz ***e***, ***mk ab*** aynasındaki görüntü, ***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 olur. ***mk*** bu konumda aslına eşit görünür.



Şekil 26

Bu benzer konumda ***mk*** hattının bir kez sağdan sola, bir kez üstten alta ya da 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***, ***rh*** üzerinde ve ***l***'nin görüntüsü olan ***m***'de ***bt*** üzerinde algılanır. Çünkü bu iki görüntü onun gerisindedir ve bu şaşırtıcı bir şey 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***'yi 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 ***e***'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.

Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

Uyarı

Bu üç şekilde farklılıkların bulunması, varsayılan çizgilerin (hatlar) farklı olması, gözün konumlarının nesneye ve ayna yüzeyine göre farklı olması nedeniyle, bunların ayrıntıları da aşırı uzun olur ve bundan dolayı söz konusu edilen bu şekillerde özetlenmiştir ve buna gereksinim duyulmadan geçilmiştir. Çünkü bu hususların sabit hale getirilerek kontrol altına alınmasıyla, algılanması kolaydır.

Diğer bir uyarı

Her bir nesnenin görüntü konumları aynanın dâhilinde 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 başlar. Bunun nedeni bu-

rada açıklanmıştı. Yani yüzeye yakınlaştıkça aslından daha büyük görünürler. Merkeze gittikçe yakınlaşma yönünde bulunan her şeyin 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 yansımayla 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 nispetle 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 bitişikliğe bağlı olarak; diğer aynalarda meydana gelen hatalar burada daha fazla meydana gelir. Çünkü açık olduğu üzere onların özelliklerini fazlasıyla bir araya getirilmiştir.

Sayıya bağlı olarak, tek olan bir şey tek bir gözle iki ya da üç tane olarak görünebilir. Ancak deney sonucu dört tane olarak görünme tespit edilmedi. Bu delil yokluğu, özellikle tek bir noktada olur. Eğer, örneğin bir Hardele tohumunun sureti, bazı konumlarda yüzeyin üzerindeyse tek bir şey olarak görünür. Bu iki suret bu üslup üzere kütlelerine nispetle her ikisinin büyüme yönünde (ortadaki), etraftaki suretin çevrelediği bir halka kesiti olarak görünür.

Görüntüden göze uzayan ışın doğruları boyunca bulunan nesneye yakınlaşmayla uzama ortadan kalkmaz; ta ki iki suret birleşinceye kadar. Bu düzlemde yakınlaşma 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 durumlarda da diğer aynalarda olanlar söz konusudur. Ancak güzellik ve çirkinliğe ilişkin 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, bazen de aksi olabilir. Çirkinlikte yüzey küçüktür. Üzerindeki şeyin daha büyük göründüğü konumlarda ise güzel görünür. Bu ayna hataları örnekleri sayılamayacak kadar çoktur. Biz burada onu kısalttık.

TÜRKİYE DİYANET VAKFI İSLÂM ARAŞTIRMALARI MERKEZİ
www.iuba.gov.tr

Beşinci Bölüm

Beşinci 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 şaşırtıcılık, çukur küresel aynada geçenler göz önüne alındığında gerçekten çok fazladır. Düşünüldüğünde, bunun açık olduğu anlaşılır. Allah bilir.

TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Üçüncü Mirsad

Üçüncü Mirsad 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 nüfuz 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 ya da 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.

TÜBA
TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Birinci Bölüm

Birinci bölüm kırılan ışıkların nitelikleri konusundadır. Beş amacı kapsar.

1) Daha önce kendinden ışıklı ya da ışıklandırılmış nesnelerden çıkan ışığın, karşısındaki bütün yönlere 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 aydınlattığı yüzeyden karşı tarafa doğru, tıpkı bütünüyle opak olan bir nesnenin aydınlatılmasıyla oradan çıkan ikincil ışıklara benzeyen bir ışıktır.

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.

Deney

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 görünmeyecektir (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 ya da 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 tabanın kesif kısmına düşen ışınlar yok olur. Odanın her tarafına yayılan ışını tamamen yok olmuş olarak değil de zayıflamış olarak görürüz. Bu zayıflamanın da iki kaptan 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. Nüfuz eden ışığın hissedilebilecek kadar olduğu ve var olduğundan şüphe yoktur.

Bu özel nüfuzun açıklaması inşallah ileride gelecektir. Karşı yüzeydeki yansımaya gelince: Onun varlığı da yüzeyi pürüzsüz saf billurdan bir küreyle ya da pürüzsüz bir küp parçasıyla gösterilebilir. Burada kesifliğin bulunduğu yönde birleşmeyle açığa çıkan dâhili ve harici yansımaya tanık olunmaz.

3) Saydam nesnelere nüfuz eden ışıklar aslından daha zayıf olur.

Deney

Birinci kabın tabanında ışığın düştüğü yere renkli opak bir nesne konulursa, kabın tabanının renginin, opak nesnenin rengini aldığı görülür. Ortaya bir fark çıkar. Bu deney odasının duvarında bulunan delik iki tane ise ve bunların birinden gelen ışık kaba giriyorsa ve bu ışık daha sonra levhanın deliğine yakın bir yerde kesif bir nesneyle kesilirse görüntü daha fazla netleşmiş olur. Bu netleşme kırılmadan dolayı gerçekleşen fiili bir artmadır. Artma ilineksel de olabilir. Bunun incelemesi inşallah ileride gelecektir.

4) Saydam nesneye nüfuz eden ışınlar, oradan aslına eşit olarak bir kez nüfuz eder ve daha sonra kuvveti artmış olur; tıpkı, çukur aynada olduğu gibi. Işığın yeğinliğinin artmasından dolayı yanma da meydana gelir. Burada söz konusu edildiği gibi, yüzeyi düz nesnelerden de açığa çıkabilen bu durum, küre yüzeyli olanlarda daha yakın mesafelerde ortaya çıkar.

TÜBA Türkiye Bilimler Akademisi
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Deney

Güneş ışığı yüzeyi pürüzsüz saf billur bir küreye ya da suyla doldurulmuş ince cam bir küreye gönderildiğinde, gölgesinin oluştuğu ve orta kısmının ise aslına göre daha kuvvetli olan bir ışıkla aydınlandığı görülür. Eğer su, bulanıklaştıracak bir şeyle bulanıklaştırılırsa, bu durumda yayılan ışın konisi ve toplam ışık görünür hale gelir. Nüfuz ettikten sonra, aynı zamanda, ışınların toplanmasıyla birlikte yeğinlikte artış olur. Bu durumda da yanma ortaya çıkar. Bunun açıklanması da daha sonra yapılacaktır.

5) Saydam nesnelere nüfuz eden ışıklar o nesnelerin 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.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

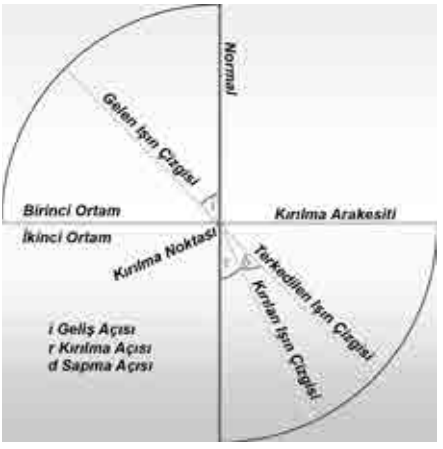
İkinci Bölüm

İkinci bölüm, kırılmanın nitelikleri hakkındadır ve yedi nitelik söz konusudur.

1) Hava dışındaki bir saydama giren ışık, tıpkı havada olduğu gibi, girdikten sonra doğrusal hatlar boyunca yol alır.

2) Eğer, bir ışık demeti herhangi bir saydam yüzeye düşerse ve ekseni de saydam yüzeye dikse, bu durumda dik bir doğrultuda nüfuz eden ışık ortadan kalkmaz. Eğer yüzeye dik değil de, belirli bir eğimle gelirse, geldiği doğrultunun dışındaki diğer bir doğru boyunca saydam yüzeye nüfuz eder. Buna *kırılma*, kırılmaya yol açan saydama *ortam*, ışık demetinin ekseninin uzadığı ve kırıldığı varsayılan doğrunun yer aldığı yüzeye *görüntü yüzeyi*, ortam ve görüntü yüzeyi arasındaki ortak kesite de *kırılma kesiti* denir.

Işığın yayıldığı çizgi, eğer saydam yüzeye eğilimliyse ve kırılmanın olmadığı bir doğrultu boyunca girdiği varsayılırsa, girdikten sonraki hatta o düzlem boyunca görüntünün olmaması dolayısıyla, *hat el-Mehcur* (terkedilen hat), kırılma kesiti üzerindeki açıya bitişik olan noktaya *nokta el-initaf* (kırılma noktası), bu nokta ve görünen nokta arasını



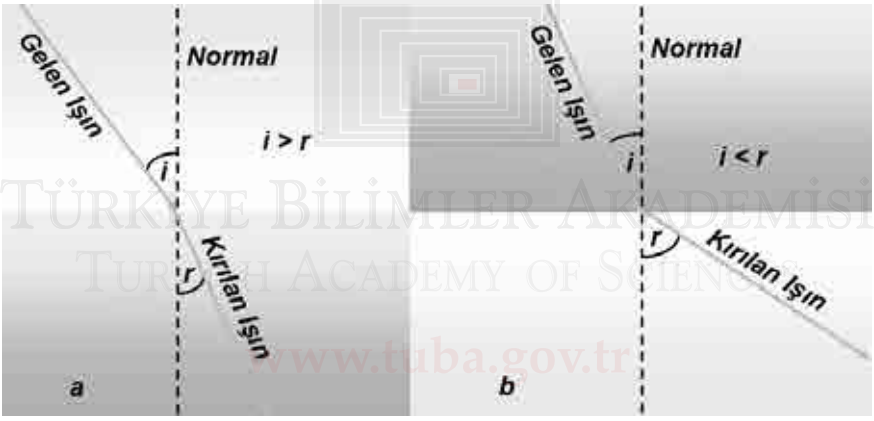
Eklenen Şekiller 23: Kırılma Geometrisi

birleştiren hatta da *hat el-initaf* (kırılma hattı) denir. Kırılma kesitinin her iki yönünde uzayan ve yüzeye kırılma noktasından dik olduğu varsayılan hatta da *amud el-initaf* (kırılma dikmesi [Normal]) denir. Bu hat hiçbir 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 kırılma da küçülür. Bu söylediklerimizi üç farklı örnekle gösterebiliriz.

TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

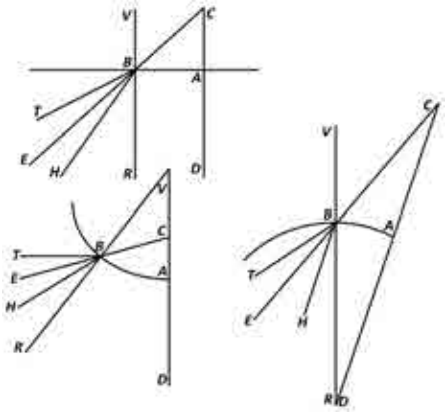


Eklenen Şekiller 24: Işığın Kırılması
(a) Az Yoğundan Çok Yoğuna, (b) Çok Yoğundan Az Yoğuna

Bunlardan biri doğrusal, biri 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; aynı doğrultu boyunca nüfuz eder ve ***d*** noktasında son bulur. Dik bir doğrultu boyunca nüfuz eden bu çizgiye görüntü dikmesi denir. Çünkü ***d*** noktası hangi konumdaysa, aynen ve aynı konumda görünür. Eğer gelen ışık çizgisi ***cb*** gibi dikey değil de, eğimli olursa ***h***'ye doğru nüfuz eder. ***hb*** hattı terkedilen hattır.

Sonra, ***b***'den ***ab*** hattı üzerine ***b*** yönünde nüfuz 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*** hattına nispetle Normale doğru, ikincisi ise bunun tersi yönde yer alır.



Şekil 27

5) Kırılma hattı, terkedilen hat, Normal ve göz merkezi daima tek bir yüzeyde, görüntü yüzeyinde yer alırlar. Bu yüzey daima saydam yüzeye dik olur.

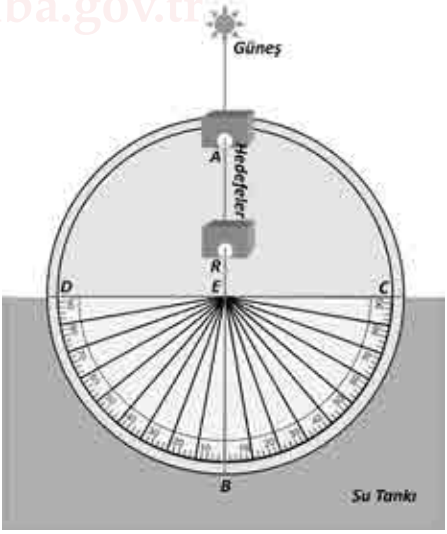
6) Kırılma açısı, gerçekte bir dik açının yarısından daha büyük olmaz.

7) Kırılma açıları, gelen ışığın yaptığı açılardan daha küçüktür.

Bu belirlemelerin deneysel açıklaması: Yüzeyi düzgün dairesel bir levha alalım. Levhanın kenarlarının biraz iç kısmına merkezi ***e*** olan bir ***abcd*** dairesi çizelim. Bu daireyi birbirine dik olan ***aeb*** ve ***ced*** çaplarıyla bölelim. Sonra ***bc*** ve ***bd*** çeyrek dairelerinden her birini 90 eşit ya da daha dakik kısma bölelim. Bunları beşer beşer birleştirelim. Merkez dik hat üzerindedir. Bu hat üzerinde ve ***b***'nin her iki yönünde 90 dereceye ulaşıncaya kadar rakamları yazalım. Bu kısımlara doğrultu adını verelim.

TÜBA
TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Sonra bu üslup üzere sağlam malzemeden yapılmış, usturlabın idadesinde kullanılan hedefelere benzer iki hedefe alalım. Bunların kenarları birbirine paralel, açıları da diktir. Bunlardan birini ***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 çıkalım.



Şekil 28

Diğerini de yine bu çap üzerinde, ***ae*** arasında merkeze yakın bir yere yerleştirelim. Öyle ki bu durumda bu iki hedefenin yüzeyleri paralel olurlar. ***ae*** hattına teğet olan kenarı da onu ***r***'de kessin. Onun yüzeyine, ***r*** noktasından ***re***'ye bir dik çıkalım. 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 mıntıkasına benzer şekilde aletin yüzeyine dik bir konumda bükelim. Buna da aynı şekilde "mıntıka" adını verelim. Onun yüzeyine hedefenin delik çapının yarısı kadar olan, levhayla birleşme yönünde boyuna uzayan çizgiler çizelim. Buna "mıntıka hattı" diyelim. Bu da görüntü yüzeyinin daire çevresidir. Çevredeki dereceleri onun çukur kısmına doğru uzatalım. Sonra, yüzeyin üzerine ***r*** 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.

Deneyin nasıl yapılacağına gelince: İlk 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 mıntıkadaki dikme üzerine düşerse, onu deliğin yarıçapı kadar kesmiş olur.

Bu şartlarla, aleti ***e*** 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. ***eb*** doğrultusu, 0 ve 40 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 ***eb*** yarıçapı arasındaki açı büyük olursa, yoğun ortamda kırılma açısı da daha büyük, az yoğunda ise tersi olur.

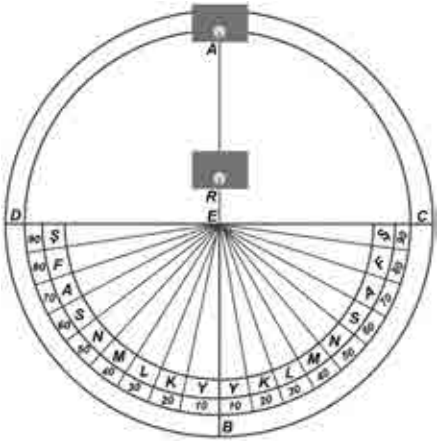
TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

Bu durumda, eğer bir aletin tepesine açıkça görülebilen silindirik, dairesel bir mili silindir ekseni merkezde olacak şekilde yerleştirip ve onu silindirin idade kenarının yüzeyinde bulunan deliğe geçirirsek, daha açık hale gelir ve o taraf, silindirin ekseni 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 edilir 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 yayıldığı görülür. Kırılma da suyun yüzeyindeki bir noktada değil, aksine kırılma kesitinde olur. Işın konisinin ekseni de, yani çubuğun tepesinin gölgesi, mıntıkanın ortasındaki kırılma hattı ve onun Normali ve havada bulunan ışık konisinin ekseni doğrultusundaki mehcur hat, daima görüntü yüzeyinde bulunur.

Bunun Analizi ve İncelenmesi

Bu deneyde, ışığın kırılması B noktasının bulunduğu düzlemden EM doğrultusuna olur; çünkü suyun saydamlığı ışığın iki delikten geçerek ulaştığı havanın saydamlığından daha yoğundur. Ancak, tuzlu suda daha şiddetli olur. Çünkü tuzlu su tatlı sudan daha yoğundur. Eğer, ağır bir nesne tatlı suya konulursa, tatlı su onu kaldırmaz ve batarak dibe çakılır. 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 kaçınılmazdır. Eğer yoğunluk fazlaysa, kırılma da daha fazla olur.



Eklenen Şekiller 25: Kırılma Ölçme Aracı

Deneye geri dönelim. Diyoruz ki, Güneşin tepe noktasına 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 ve dördüncü olarak da yine bu ikisine dik düz bir levha alalım. Levhanın kalınlığı mıntıkadan fazla, oldukça saf ve yüzeyi de son derece cilalı olsun ve bunu da aletin üzerine, onun yüzeyi mıntıkanın yüzeyine değecek şekilde koyalım. Onun yüzeyinin levhanın yüzeyine değen kısmının çapı ***cd*** kadar olsun ve bu levhayı iki ucundan mumla sabitleştirelim. Böylece billurla yapılan deneyle amaç hasıl 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 levhanın merkezlerinden geçer. Bundan dolayı, yani ışın konisinin ekseni billurun yüzeyine dik olduğundan dolayı asla kırılma meydana gelmez.

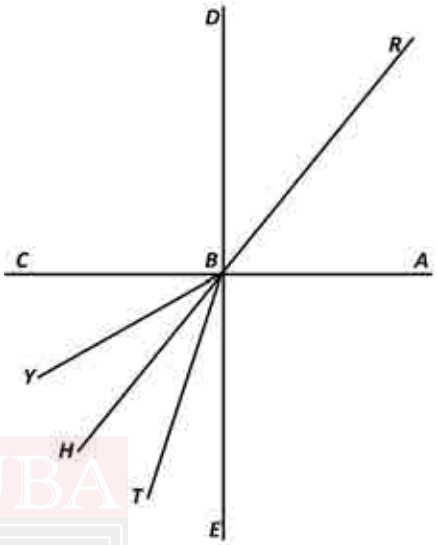
Sonra, billuru ***bd*** çeyrek dairesindeki ***en*** yarıçapı onun (billurun) yarıçapına intibak edecek ve boşluk kalmayacak şekilde döndürelim. Dikme ***em*** olsun. Bu konumda bunları mumla sabitleştirelim. Bununla deney yapalım. Işığın ***eb*** hattı yönünden ***bm*** arasındaki diğer bir yöne döndüğünü görürüz. Bu durumda kırılma yayı 15 dereceden daha büyük olur. Çünkü billur tatlı sudan daha yoğundur. Onun metreküpü, tatlı suyun aynı miktardaki metreküpünden -tabiatı gereği- daha ağırdır.

Daha az yoğunla yapılan deney: İlkine benzer bir billur parçası alalım. Onun yarıçapı ***er*** 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 mıntıkanın sathı arasında ve az yoğun ortamda bulunur. Deneye geri döndüğümüzde, ışığın düştüğü yerin merkezinin ***b*** doğrusunun bulunduğu mıntıkanın orta hattı ile kesiştiğini ve kırılmanın meydana gelmediğini görürüz. Çünkü ışın konisinin ekseni az yoğun ortama, yani billurun yüzeyine temas eden ortama 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 ettirirsek, ışının ***hb*** hattından Normalin tersi yönüne saptığını görürüz. Burası ***db*** çeyrek dairesindeki 10

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

derece olsun. Öyle ki burada dikme yoktur. Çünkü ortamın saydamlığı ışığın geldiği ortamın saydamlığından daha azdır. Bütün bu deneylerden sonra, mıntıkanın ortasında bulunan hatların tümünün konumlarının, tek bir görüntü yüzeyini gerektirdiğini anlarız; tıpkı, çok yoğun ortamda olduğu gibi.



Şekil 29

Mehcur hat ile belirli bir doğrultu boyunca billurun yüzey çapına intibak eden hattın arasında kalan açının daha büyük olması halinde kırılma açısı az yoğunda daha büyük, çok yoğunda ise daha küçük olur.

Bunu şöyle örneklendirebiliriz: Diyelim ki ***abc*** hattı kırılma kesiti, ***b*** noktası da kırılma noktası olsun. Bu hat üzerine ***dbe*** dikmesini dikelim. Işıklı nesnenin merkezi ***r*** olsun ve bunu ***b*** noktasıyla birleştirelim ve ***h***'ye kadar uzatalım. Sonra da ***hbe*** 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. ***hbe*** 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.

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

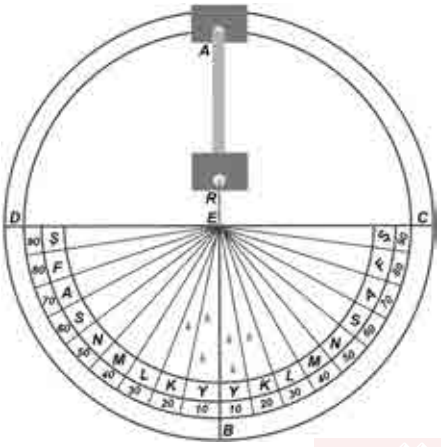
Üçüncü Bölüm

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 ekseni 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 hiçbir zaman geliş yönünde görünmez.

Daha önce yansıma aletinde geçtiği üzere silindirik bir boru alalım ve bunu hedefenin deliği hizasına kadar yükseltip borunun ağız tabanının yüzeyi ***cd*** çapının hizasına gelinceye kadar ve görüntü yüzeyinin merkezi bu borunun silindir tabanının merkezine oturacak şekilde oraya sokup silindiri oraya sabitleyelim. Bu ağızı kaidenin merkezine yerleştirelim ve mıntıkanın ortasındaki bölmeler üzerine görünecek 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 çukuru 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 sabitleştirirsek ve borudan da bakarsak, bu durum da mıntıkanın 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



Eklenen Şekiller 26: Kırılma Ölçme Aracı

gelen ışık, göze ulaşıncaya 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 farklıdırlar. Ancak biz, borunun ağzının kesitinin, silindirin eksen kesitinin görüntü yüzeyinin merkezine, yani kırılma noktasına intibak edinceye kadar silindiri eğmemiz gerekir. Az yoğundaki kırılmanın açıklaması için 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 ekseni tümsek yüzeye -billur- diktir. Kırılma herhangi 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 hiçbir 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 karşılaşırsa, onun renginin suretini de karşısındaki nesneye özel bir şekilde taşıyarak yansımış olur. Eğer göz orada bulunuyorsa, o sureti algılar. Diyoruz ki, eğer bu durum hava ya da başka bir saydamda söz konusu 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

TÜBA Türkiye Bilimler Akademisi Turkish Academy of Sciences www.tuba.gov.tr

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 haraketliyle, bu kırılma sayesinde eşyanın olduğundan daha küçük görünmesi sağlanmaktadır. 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 özellik de Tanrı'nın 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 daha sonra yapılacaktır.

3) Az yoğun ortamın kırılma açıları daha küçük ise, bu kırılma hatları, kırılma kesitine kırılma açısı ilkinden daha büyük olan kırılma hattından daha yakın olurlar. Bunun açıklaması da daha sonra yapılacaktır, İnşallah.

4) Tek bir gözle görünen bir noktanın kırılması tek bir noktada olur. Açıklaması daha sonra yapılacaktır.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

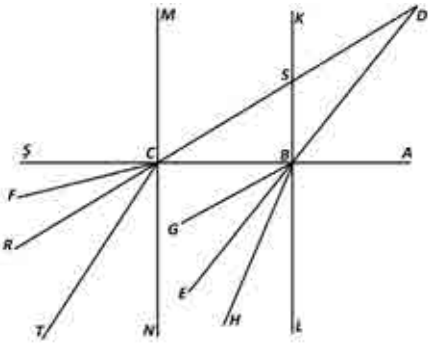
Dördüncü Bölüm

Dördüncü bölüm, kırılma açılarının orantılarının açıklanması konusundadır.

Büyük bilgin İbn el-Heysem (Allah rahmet eylesin) ve optik kitabının beşinci makalesinde Batlamyus dedi ki: Dik açı 90 derece olmak koşuluyla, gelme açısı 40 derece olursa, bakiye açısı yirmi beş olur. Eğer gelme açısı 50 olursa, bakiyesi 30 olur. Bundan şu açığa çıkar: 40 derecelik açıyla gelen ışının kırılma miktarı 15 derecedir. 50 derecelik açıyla gelen ışının kırılma miktarı ise 20 derece olur. 50 derecelik kırılmanın 40 dereceye olan farkı, birinci gelme açısının, ikinci gelme açısına olan farkının yarısı kadardır. Sonra Batlamyus şöyle dedi: Bir kırılmanın 50 dereceden sonraki bir kırılmaya olan farkı, o ikisinin geliş açılarının farkının yarısından daha büyük olur.

Billur bir kürede bunun açıklaması şöyle yapılabilir:

Açıklanan bu orantı için ***abc*** hattı düz yüzeyli bir ortamın kırılma kesiti, ***d*** ışıklı nesne, ***b*** ve ***c*** yoğun ortamdaki kırılma noktaları ***dbe*** ve ***dcr*** hatlarının ***be*** ve ***cr*** kısımları mehcur 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 çizelim. ***dc*** ışını ***kb*** dikmesiyle ***s***'de kesişsin.



Şekil 30

TÜBA
TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

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 ***ebh*** açısından daha büyüktür. ***rct*** açısının ***dcm*** açısına oranı ***ebh*** açısının ***dbk*** açısına oranından daha büyüktür. ***rct*** açısının ***ebh*** açısına olan farkı, ***dcm*** açısının ***dbk*** açısına olan farkından daha küçüktür. ***dcm*** açısının ***rct*** açısına yani ***tcn*** açısına olan farkı, ***dbk*** açısının ***ebh*** yani ***hbl*** açısına olan farkından daha büyük olur.

İki noktanın az yoğun ortamdaki kırılmalarına gelince: Birinci şekildeki kırılma hattı ***bg***, ikincisindeki de ***cf*** olsun. ***ac***'yi ***c*** yönünde ***ş***'ye kadar uzatalım. Diyoruz ki, ***fcr*** açısı ***gbe*** açısından daha küçüktür. ***fcr*** açısının ***dca*** açısına oranı, ***gbe*** açısının ***dba*** açısına oranından daha küçüktür. ***fcr*** açısının ***gbe*** açısından farkı ***dca*** açısının ***dba*** açısına olan farkından daha büyüktür. ***fcr*** açısının ***dca*** açısından, yani ***şcf*** açısından farkı ***gbe*** açısının ***dba*** açısına yani ***cbg*** açısına olan farkından daha azdır. ***gbe*** ve ***fcş*** açıları "zaid" açılardır. Bu deneylerden ve orantılardan elde edilen bu şeye "kanun" adını verelim ve onu kısaltılmış bir ibare olarak düşünelim.

Gelişlerine nispetle kırılma açılarının miktarlarının bilgisine gelince… Bu incelemeyi su ile yapmanın yöntemi şudur: Bu aletin çevresini mümkün olduğunca dakik kısımlara böldükten ve mıntıka üzerine bunun dikmeleri konulduktan ve şeffaf bir şekilde yazıları yazıldıktan sonra Güneş ufuktan yükselip, beş dereceye ulaştığında, daha önce söz konusu edilen koşullar çerçevesinde suya batırılmış olan aleti su yüzeyindeki beş derece doğrultusuna intibak edecek şekilde döndürelim. Bu durumda iki hedefenin deliklerinden ışık, söz konusu aracın tepesinin konumunun bulunduğu hedefenin deliğinin merkezine, mıntıkanın orta kısmındaki bir dereceye, yani kırılma yayının derecelerinden birisine nüfuz eder. Sonra da aynı işlemi Güneş beşer beşer derece tepe noktasına yükselinceye kadar yapalım.

Güneş'in tepe noktasından geçtiği andaki çapı tam tepe 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 ortamdaki billurla yapılacak deneyle mümkün olur.

Yoğun bir ortamda küreyle yapılan deney ve yöntemi: Çapı levhanın yarıçapı kadar olan bir billur küre alalım. Onu düz bir yüzeyle, sinüsü deliğin yarıçapına eşit yaylı bir yarı küreden daha büyük bir kesit olarak keselim ve yüzeyine, çapı

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

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 imkân 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 mıntıkayla benzer olan levha kesitine, mıntıkanın ortasındaki hatta benzeyen ve ucu da ışığın düştüğü levhanın yüzeyine bitişik olan dik bir hatla nüfuz 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.

TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Beşinci Bölüm

Beşinci bölüm, görüntü ve görüntü konumlarının açıklanması hakkındadır.

Görüntü, saydam bir ortamda bulunan duyulur bir nesnenin gözün duyarlılığıyla algılanan suretidir. Böyle bir durumda, göz ve nesne arasını bağlayan hat, ortamın yüzeyine dik değildir. Burada altı problem vardır.

1) Duyulur bir nesnenin suretinin sureti kırılmayla aynısı olarak görünmez. Görünen onun hayalidir. Bakan kimse nesneyi doğrudan algıladığını zanneder; nesnenin konumunun dışında algılanmasına yol açan kırılmayı ise fark etmez.

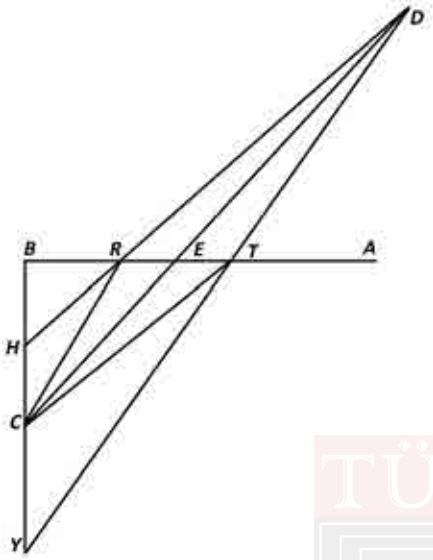
TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

Deney

Kenarları dik olan bir kabın içerisine ağır bir nesne koyalım ve nesneyi, bu kabın kenarlarından birisinden gözle görülemeyinceye kadar kaptan uzaklaşalım. Sonra kabı saf suyla dolduralım. Bu durumda herhangi bir dalgalanmanın olmadığı, durgun suda daha önce görünmeyen nesneyi görürüz. Öyle ki, nesne asıl konumundan göründüğü konumuna yükselmiş gibi görünür. Görüntü noktası, görünen noktaya bitişik olan kesit üzerinde bulunan dikmedeki mehcur 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 ortamdaki görünen nokta ve ***d*** de dikme doğrultusunun dışında bulunan göz olsun. ***cd***'yi, kesiti ***e***'de kesecek şekilde birleştirelim. Bu durumda, eğer göz, dikme üzerinde ya da ***c***'yi doğrudan algılayacağı bir doğrultuda; ancak, ***a*** yönüne eğimliyse,



Şekil 31

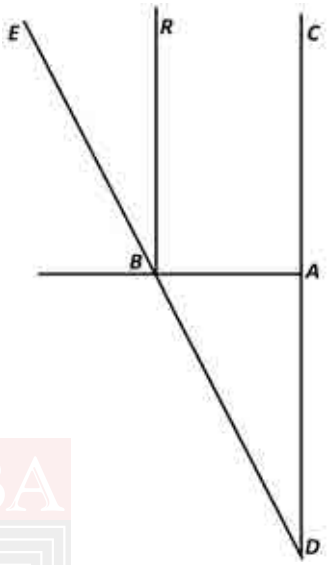
kırılma noktası ***eb*** arasında olur. Bu noktanın ***r*** olduğunu varsayalım. Bu noktanın ***e*** noktası olması mümkün değildir. Aynı şekilde kanun gereği ***b*** noktasında ve ***b***'nin ötesinde de olamaz. İlk olarak ***d*** ve ***r***'yi birleştirelim ve ***by*** doğrusunu, ***c***'nin görüntü noktası olan ***h***'de kesinceye kadar uzatalım. ***r*** ve ***c***'yi de birleştirelim. Bu da kırılma hattıdır.

Ortamın az yoğun olması durumuna gelince… Göz merkezi ***c*** noktasının doğrudan göründüğü dikme doğrultusunda bulunsun ve yukarıda söz konusu edildiği gibi eğimli olsun. Bu durumda kırılma noktasının yeri ***eb*** arasında olmaz. Kanun gereği ***e***'de de değil; ancak ***ae*** arasındaki ***t***'de olur. ***d*** ve ***t***'yi birleştirelim ve 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 ortam bulunan duyulur bir nesne, yüzey ve kendisi arasını birleştiren dikmeye olan uzaklığına bağlı olarak, yüzeye daha yakın görünür. Az yoğun ortamda bulunan duyulur nesne ise dikmeye olan uzaklığa bağlı olarak üzerinde bulunduğu yüzeyin altında görünür. Bundan dolayı, eğer düz bir silindir parçasını saf suyun içerisine yarısına kadar sokarsak, bu durumda onun ekseni görüntü yüzeyinde ve görünen tarafı da 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 ekseni görüntü yüzeyinde değil de suyun yüzeyinde ise, görünen parça gözlemcinin bulunduğu yönün tersinde olur ve doğrusal olarak algılanır. Kırılma fark edilmez. Bunun yoğun ortamdaki açıklaması ileride gelecektir.

4) [Saydam] bir ortamda bulunan tek bir nokta, doğrudan değil kırılmayla gö-

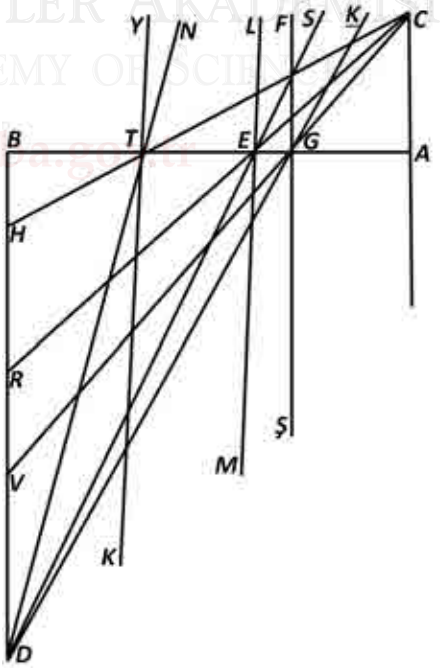
rülür ve bunun tek bir gözlemci için iki tane görüntüsü olmaz. Bunun açıklaması için ***ab*** kırılma kesiti, ***c*** göz merkezi olsun. ***c***'den ***ab***'ye bir dik çıkalım ve onu ***a***'dan öteye doğru uzatalım. ***d*** noktası da dikme üzerindeki görünen nokta olsun. Diyoruz ki, ***c*** gözü ***ca*** 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.



Şekil 32

db'yi birleştirip ***e***'ye kadar uzatalım. Sonra, ***e*** yönünde ***ab*** üzerine ***b*** noktasından ***br*** dikini çıkalım. ***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 yoğunda 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 bitişeceği düşünülemez. ***c***'nin dışında bir yerde birleşir. Bu da bizim iddiamızdır.



Şekil 33

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

Eğer görünen nokta bu dikme üzerinde değilse, göz onu doğrudan değil, kırılmayla algılar ve 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. Bu yüzden ***e*** kırılma noktasında algılanır. ***ab***'ye ***d*** noktasından ***db*** dikini çıkalım. Sonra, ***e*** ve ***c***'yi birleştirelim ve ***db*** dikmesini ***r***'de yani görüntü noktasında kesene kadar uzatalım. Bu durumda görüntü ancak ***db*** dikmesi üzerinde ***r*** noktasında olur. Çünkü o, konum gereği görüntü yüzeyidir. Eğer ***br*** arasındaki ***h***'de olursa, ***h*** ve ***c***'yi birleştirelim ve o ***ab***'yi ***t***'de kessin. ***t*** noktasından, iki yöne ***ytk*** hattını uzatalım. Aynı şekilde ***e***'de de ***lem*** hattını çıkalım. Sonra, ***dt***'yi birleştirelim ve onu ***t*** yönünde ***n***'ye kadar uzatalım. Sonra, ***de***'yi birleştirip ***s***'ye kadar uzatalım.

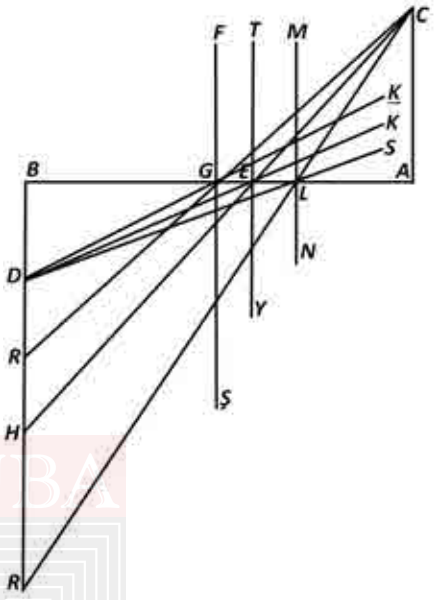
Bu durumda, ***edb*** açısı ***tdb*** açısından daha büyük olur. Geliş açısı olan ***sel***, ***nty*** geliş açısından daha büyük olur. ***sec*** kırılma açısı ***ntc*** kırılma açısından daha büyük olur. ***ced*** açısı ***ctd*** açısından daha küçüktür. Bu yer eğer ***rd*** arasında olursa, aynı şekilde ***ch***'yi birleştirirsek o ***ae***'yi ***g***'de keser. ***g*** noktasından ***ae***'ye ***fgş*** dikini çıkalım. ***dg***'yi birleştirelim ve onu ***g*** yönünde ***f***'ye kadar uzatalım. Bu durumda ***gdb*** açısı ***edb*** açısından daha büyük olur. Onun geliş açısı olan ***fgk*** ***sel*** geliş açısından daha büyüktür. ***kgc*** kırılma açısı ***sec*** kırılma açısından daha büyüktür. ***cgd*** açısı ***ced*** yani görüntü açısından daha küçüktür. Bu durumda ***d*** noktasının görüntüsü tek olur. Görüntü ***r*** noktasında oluşur. Bu da bizim belirttiğimizdir.

Bu durumun az yoğun ortamdaki açıklaması için ***ab*** kırılma kesiti, ***c*** göz merkezi, ***d*** görünen nokta ***e*** de onun kırılma noktası olsun. Sonra ***d*** noktasından ***ab*** üzerine iki tarafından ***rdb*** dikini çıkalım. Sonra ***ce***'yi birleştirip ***br***'yi ***h***'de, yani görüntü noktasında kesinceye kadar uzatalım. Sonra da ***ab***'yi de ***e***'de kesinceye kadar uzatalım. ***tey***'yi de iki yönden uzatalım. ***de***'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 yöndeyse. ***cr***'yi ***ae***'yi ***l***'de kesecek şekilde birleştirelim ve ***mln*** dikini çıkalım. ***dl***'yi birleştirip ***s***'ye kadar uzatalım. Diyoruz ki, ***bld*** yani ***sla*** açısı ***bed*** yani ***kea*** açısından daha küçüktür. Kanun gereği onun geliş açısı olan ***cla*** açısı ***cea*** açısından daha küçüktür. ***clm*** yani ***crb*** açısı ***cet*** yani ***ceb*** yani görüntünün oluştuğu konumun 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 ***eb***'yi ***g***'de kesinceye kadar uzatalım. Onun üzerine de ***fgş*** dikini çıkalım. ***ş*** ile ***g***'yi birleştirip ***f***'ye kadar uzatalım. Diyoruz ki, ***bed*** yani ***kea*** açısı ***bgd*** yani ***kga*** açısından daha küçüktür. Kanun gereği, ***cea*** geliş açısı ***cga*** geliş açısından daha küçüktür. ***cet*** açısı yani ***ceb*** açısı ***cgf*** açısından, yani ***crb*** açısından daha büyüktür. Burası da ***d*** noktasının ***h***'nin dışında görüntüsünün olamayacağı yerdir. Bu da bizim keşfimizdir.



Şekil 34

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 açı oluştururlar.

7) Düz bir hattın görüntüsü de düz bir hattır. Birleşen iki hat bir açı oluşturur. 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.

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

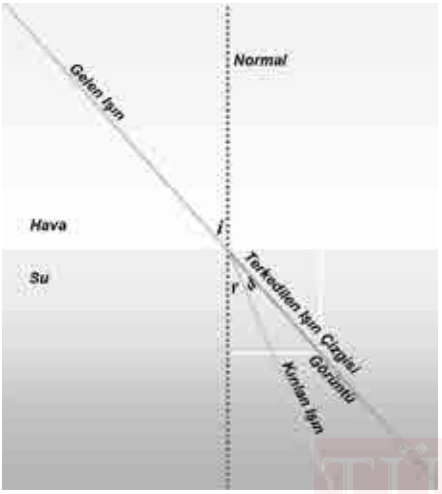
TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Kırılmayla Oluşan Görme Kusurları Bölümünün Sonucu

Göze gelen ışın doğrultusunda bulunmayan nesneler; ancak, varlığı görme kusurlarına yol açan diğer bir neden olan saydam ortam aracılığıyla algılanır. Yansımayla oluşan görüntülerde geçtiği üzere 11 kusur söz konusudur ve bu kusurların oluşmasında saydamlığın niteliğinin, yüzey biçiminin ve konumunun etkisinden söz etmek gereklidir. Öyle ki bunlar gerçekte bir şeyin ne olduğunun yani manasının bir ortam aracılığıyla algılanmasının nasıl gerçekleştiğinin bilinmesini gerektirir.

Diyoruz ki, birbirinden farklı olan ortamlarda bulunan ışıklar, eğer ortamlardan birine nüfuz ederse, ortamın yoğunluğunun kırıcılığı dolayısıyla kırılmaya uğrar ve ışığın yeğinliğinin artmasına yol açan özel bir noktada toplanırlar. Bu özellik, görme gücü zayıf kimselerin ışığı toplamaları sonucu ortaya çıkan kuvvetlenmeden dolayı nesneleri daha net görmelerini sağlayan billurdan yapılmış merceklerdeki özellik gibidir. Bunlar aynı zamanda çok küçük olan nesneleri de büyütürler, adeta nesne ve göz arasındaki uzaklığı kısaltırlar. Saydamlığın azalması, çoğalması, kütlesinin kalınlığı ve şekli bir düzene bağlıdır. Çünkü nesnelerin 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 düzlem yüzeyli ortamlar üzerinde duralım. Adeta durgun bir su yüzeyi gibi, son derece düzgün yüzeyli ve küreselliği duyuyla algılanamayacak



Eklenen Şekiller 27:
Kırılmayla Görüntü Oluşumu

kadar kusursuz bir billur olsun. Az yoğun ortam ise havanın saydamlığına yakın bir ortam olsun. Bu durumda yokmuş gibi zannedilir. Eğer ortamın yoğunluğu az ise ve ortamın gerisinde bulunan nesnenin görünmesini sağlayan koni ekseni de yüzeye dik ise kırılma oluşmaz. Kırılma açısının son derece küçük olduğu durumda nesneler görünmezler. Bundan dolayı da yokmuş zannedilirler.

Işık: Bir ortamın gerisinde gelen ışıkların algılanmasında bir hata meydana gelir. Işıklar zayıflamış ya da kuvvetlenmiş görünürler. Buradaki zayıflama tözsel, kuvvetlenme ise ilinekseldir. Işığın zayıflaması gibi, rengin zayıflaması da tözseldir ve algılanmasında hata oluşur.

Uzaklık: Uzaklıkla ilgili olarak 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 terkedilen (mehcur) hat da üçüncü kenarıdır. Bu iki hat kırılma hattından daha uzundurlar.

Yoğunluk: Yoğunluğun çok artması ya da çok azalması durumlarının her ikisi de ışığın kırılmasından oluşan açının eğiminin (bükülmesinin, sapmasının) artmasına yol açar. Terkedilen hat daha kısa olur. Çünkü en büyük kenar en büyük açının kirişidir. Geriye kalan iki kenar, ondan değişik miktarlarda daha uzundur.

Konum: Konuma bağlı olarak, düz olanın eğimli görünmesi olanaklıdır. Ortamın yüzeyine paralel olan bir nesne üzerinde bunu açıklayalım:

Diyoruz ki, göz merkezinin bir kez görünen nesnenin yüzeyindeki dikmelerden birinin üzerinde bulunduğu bir farklı konumda olduğu durumu ele alalım.

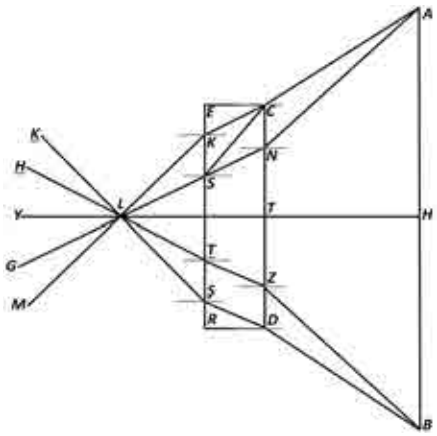
TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

Öncelikle dikmelerden birinin 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 sütuna bakarsak, bu durumda onu olduğu gibi algılarız. Eğer belirli bir uzaklıkta bir hizaya dik olarak getirilirse, ötesinde ise ters dönmüş görünür.

Bunun açıklanabilmesi için ***ab*** göz önüne dik olarak konulmuş görünen bir sütun, ***cd*** billurun nesne yönündeki, ***re*** de göz yönündeki kırılma kesiti, ***abcd*** yüzeyi de ***ht*** koni ekseni boyunca billurun yüzeyine gelen hattın oluşturduğu ışın konisinin kesiti olsun. ***ct***'yi ***t*** yönünde ortamdaki ***d***'ye kadar uzatalım. ***ce*** de her iki kesite [billurun nesne ve göz yönündeki yüzeyi] olan dik olsun. Aynı şekilde ***dr*** de dik olsun. Diyoruz ki, ***a***'dan ***cd*** kesitindeki ***c***'ye gelen ışın, ortamın daha yoğun olması dolayısıyla, ***ce*** dikmesi yönüne kırılır ve ***er*** kesitini ***k***'da keser. Bu noktadan, onun her iki yönüne doğru, kesit üzerinde, bu ışının yönünü gözleyebilmek için bir kırılma dikmesi çıkalım. 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, ***er*** kesitindeki ***s*** noktasına kırılır. Oradan da ***s*** noktasındaki Normalin tersi



Şekil 35

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

yöne saparak ***l***'ye ulaşır ve oradan da ***g***'ye geçer. Benzer şekilde ***bd*** ışını da daha yoğun ortamda Normale doğru kırılarak ***ş***'ye gelir. Sonra da Normalden öteye doğru saparak ***l***'ye ulaşır. Oradan da ***k*** noktasına geçer. ***b***'den gelen diğer bir ışın için de aynı şey geçerlidir. O da ***z***'ye gelir, Normale doğru bükülerek ***t***'ye ulaşır. Oradan da Normalden öteye saparak ***l***'ye gelir ve ***h***'ye geçer.

ab hattındaki bütün ışınlar, yani nesnenin suretiyle gelen ikincil ışınların tümü için bu kurallar geçerlidir. Nesnenin suretiyle ***l***'ye gelen ışın konisi düz görünür; 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, üstten ulaşan ışınlar da alttan geçer. 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. Paralel giden ışınların toplanması durumunda kırılma meydana gelir. Birbirine yakınlaşan ışınlar ise kırılmayla bir araya toplanırlar. Bunların dışındakiler ise kırılmayla algılanırlar. Çünkü bu durumda oluşan toplanmadan dolayı, ışınlar daha kuvvetli ve daha parlak olur. Birbirinden ayrılan ışınlar ise algılanmazlar ve onların varlığı bize zarar vermez. Görmeye zarar veren ışınlar ise bunların dışındakilerdir.

Diyoruz ki ***lk***, ***lh***, ***ly***, ***lg*** 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 anlamda bir nokta değil, koninin tabanını oluşturan küçük bir yüzeydir. Bu açıklamalar için Birinci Kitap'a başvurulsun. Çukur aynadaki durum göz önüne alındığında bunun

nedeni açığa çıkar. Doğrusunu Allah bilir.

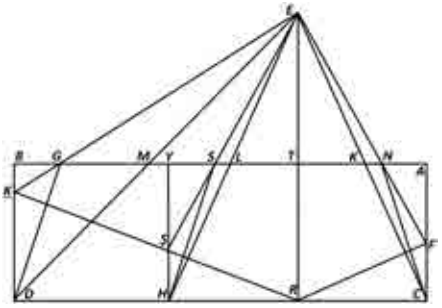
Kütle, Şekil ve Büyüklük: Kütle miktarın büyüklüğüne bağlıdır. Büyüklük üzerinde bunu açıklayabiliriz. Şekil konusunda ise diyoruz ki, köşeli boş bir mekân yuvarlak olarak görünebilir. Belirli bir uzaklıkta şeklen böyle görünmesi olanaklıdır. Aynı şekilde bir küre de düz bir yüzey olarak görünebilir. 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 dönersek, diyoruz ki, daha yoğun bir ortamda bulunan dik bir hat, kırılmayla, doğrudan gelişle göründüğünden 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 olur. 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.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Bu görüntü konumu, kırılma kesitine dik olan bu noktadan görünen hattın yükselmesidir. Görüntü dikmesine bundan daha uzaktaki hatta da aynı durum söz konusudur. 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.



Şekil 36

Bu farklılıkların bütünüyle açıklanabilmesi ve buradaki bütün şekillerde hükmün geçerli olduğunu gösterebilmek için, ***ab***

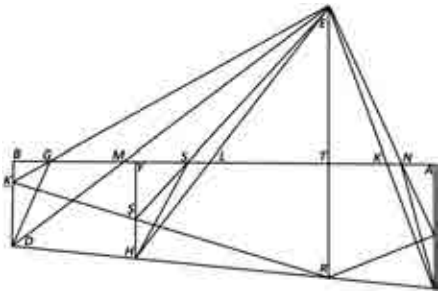
hattı, görünen ***cd*** hattının kırılma kesiti, ***e*** göz merkezi, ***r*** ve ***h*** noktaları görünen varsayımsal iki nokta olsun (Şekil 36). Görünen hat üzerine dört noktadan ***ca***, ***rt***, ***hy*** ve ***db*** diklerini çıkalım ve ***rt***'yi ***e***'ye uzatalım. ***ec***, ***eh*** ve ***ed*** 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 ***g***'de olur. ***e*** ve ***n***'yi birleştirip ***ac*** dikmesini (Normal) ***f***'de kesecek şekilde uzatalım. Aynı şeyi ***es*** için de yapalım. O da ***yh*** Normalini ***ş***'de kessin. Benzer şekilde ***eg*** de ***bd*** Normalini ***k*** noktasında keser. ***c***'nin görüntüsü ***f***'dir. ***h***'nin görüntüsü ***ş*** ve ***d***'nin görüntüsü ***k*** noktasıdır. ***r*** noktasının görüntüsü yoktur. ***şh*** 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 ***rş*** hatlarıdır. ***fş*** arasını bağlayan çizgi doğrusal tek bir çizgi değildir. Çünkü o bozuk bir görüntüdür. ***r*** noktasının da görüntüsü olmaz ve bunlar gözle görülmezler. ***er***'nin görüntü hattı ***rş***'dir. ***ed***'nin görüntü hattı da ***sk*** çizgisidir.

Diyoruz ki, kısacası ***cd*** hattı ***fek*** kırılma açısıyla az yoğun ortamda ***ced*** geliş açısıyla göründüğünden daha büyük görünür. Ayrıntılı olarak söylemek gerekirse, ***cr*** hattı ***fer*** kırılma açısıyla, ***cer*** geliş açısıyla göründüğünden daha büyük görünür. ***rh*** hattı için de aynı şey geçerlidir. ***hd*** hattının görüntüsünün kısalmasını sağlayan kırılmadan dolayı, ***şsh*** kırılma açısı kırılmayla görünen ***kes*** açısının gelişle görünen ***deh*** açısından daha büyük olmasını gerektiren ***kgd*** kırılma açısından daha küçüktür. Aynı şekilde ***şk*** görüntü çapı ***hd***'nin konumuna eğimli olur ve bu ikisi ***yh*** ve ***bd*** arasında bulunurlar. ***şk***, ***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 ***keş*** üçgeninden kırılmayla ***deh*** üçgeninden kırılmayla göründüğünden çok daha büyük görünür. Bu da bizim elde ettiğimizdir.

En uzaktakinin yakın görünmesine gelince: 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 söz konusu olur.



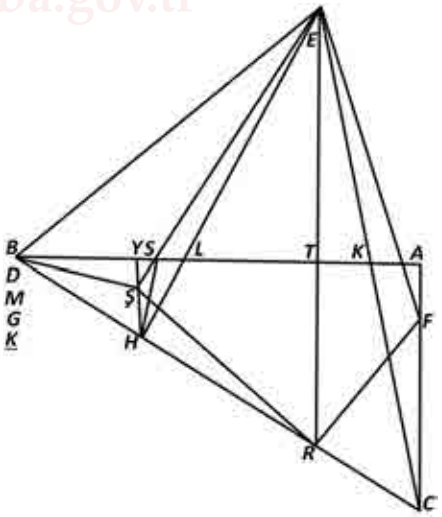
Şekil 37

Eğer görünür hat oldukça eğimliyse iddia kanıtlanmış olur. Bu farklılıkların geçen şekilde kolaylıkla açıklanabilmesi ve izlerinin ***cd*** eğik hattı dışında göz ile görülebilmesi için kırılma hattı üzerine, görünür hattın üzerinde olmayan ***ac***, ***etr***, ***yh*** ve ***bd*** dikmelerini dikelim (Şekil 37). Görüntü dikmesine en yakın olan dikmenin eğimliliğinde bulunan görüntü noktası, en uzak dikme üzerinde bulunan görüntü noktasının konumundan kesite daha uzak bir konumda bulunur. ***r*** noktası sabit tutulup ***d*** noktası da ***b*** yönünde hareket ettirilirse ***k***'nın görüntüsü de o yöne doğru hareket eder. Ancak ***k***'nın hareketi, o mesafeye yakın olduğundan dolayı yavaşlamış olur. ***d*** noktası da en uzakta bulunan ***y*** ve ***b***'yi bağlayan nokta olur.

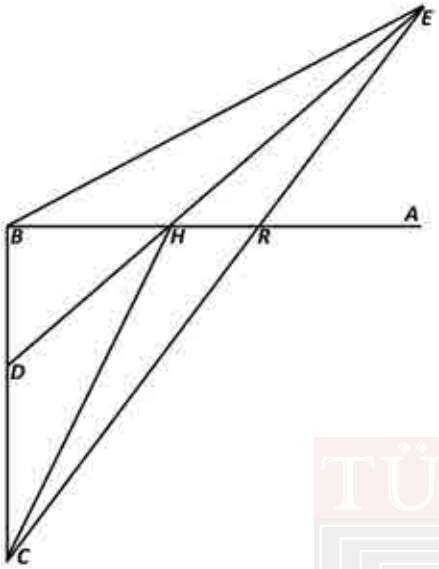
TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Bunun açıklanmasıyla, kanıtlama özet olarak tamamlanmış oldu. Ancak ***cd***'nin görünen büyüklüğü, kırılmayla oluşan çoğalma dolayısıyla manada zayıflamanın meydana geldiği, gelişle olduğundan daha çok olur. Bu da bizim kanıtımızdır.

Eğer eğim görünür hat ile kesit birleşecek kadar artarsa (Şekil 38), onların bir kısmı kırılmayla daha büyük, bir kısmı ise daha küçük görünürler. Bazıları kırılmayla bazıları doğrudan dış çizgi üzerinde görünürler. Şekli



Şekil 38



Şekil 39

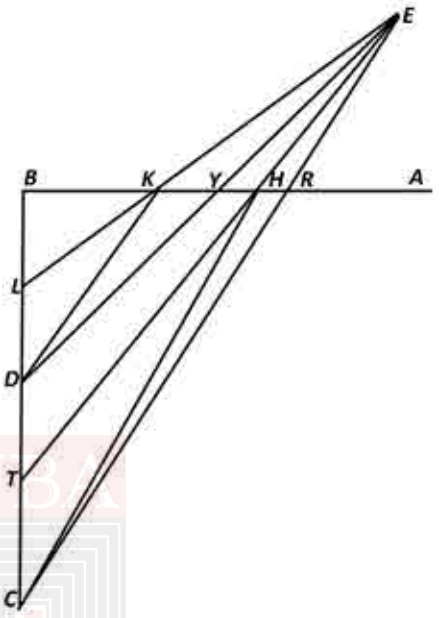
incelemeye geri dönelim: ***b***, ***d***, ***m***, ***g*** ve ***k*** noktalarının tümü tek bir yerde bulunurlar. Diyoruz ki, ***cd*** hattı ***dhf*** açısından kırılmayla ***dhc*** açısından gelişle daha büyük görünür. Ayrıntılı söylemek gerekirse, ***cr*** ve ***rh*** hatlarından her birinin kırılmayla oluşan görüntüsü doğrudan görünmelerinden daha büyüktür. ***ch***'de de durum aynıdır. ***rb***'nin ise gelişle ve kırılmayla oluşan görüntüleri tek olur. Bu açı da ***bhr***'dir. Kırılma, görüntünün iki hatta olması dolayısıyla kesit yönüne olur. Çünkü ***r*** ve ***d*** noktalarının görüntüsü olmaz. ***h***'nin görüntüsü olan ***ş***, göz merkezinin ***et*** dikmesi üzerinde bulunması dolayısıyla, dikmenin eğiminden müteredditir. Bu açıktır. ***cb*** hattı ***bhs*** kırılma açısıyla, ***beh*** 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 (Şekil 39) ***ab*** kırılma kesiti, ***cb*** Normal, ***e*** göz merkezi olsun. ***e*** ve ***c***'yi birleştirelim. Bu doğru kesiti ***r***'de keser. Kanıtlanmış olduğu üzere, kırılma noktası ***b*** ve ***r*** arasında bulunur. Bu nokta ***h*** olsun. ***eh***'yi birleştirelim ve onu görünür dikmeye uzatalım. Bu dikmeyi ***d***'de keser ki bu da ***c***'nin görüntüsüdür. ***e*** ve ***b***'yi birleştirelim. Diyoruz ki, ***cb***'nin kırılmayla oluşan görünüm açısı ***bed***, gelişle oluşan görünüm açısından ***bec*** (iddia edilen buydu) daha küçük görünür. Dikme kesitle birleşmiyorsa, bu durumda eğer kırılmayla, gelişle göründüğünden daha büyük görünüyorsa, onunla birleşir.

Şekle geri dönelim (Şekil 40). ***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 kı-

rılmasının çok daha fazla olması dolayısıyla, bu ikisi birbirlerine yakınlaşır ve küçülme söz konusu olur. Bu örnekte, ***hd*** sapan hatla birleşmiştir. Bu hat kesiti ***y***'de keser. ***d*** noktasının kırılma noktası ***k***'dır. ***hk***'yı birleştirip ***d*** görüntüsüne kadar uzatalım ve ***k*** ile ***d***'yi de birleştirelim.



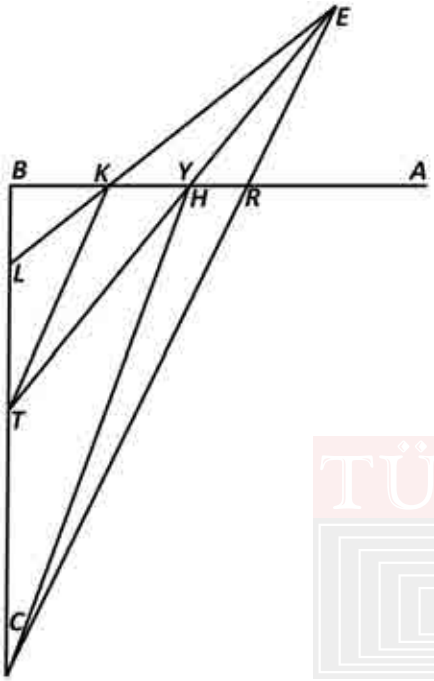
Şekil 40

Diyoruz ki, aslından küçük görünmeyi gerektiren ***thc*** kırılma açısının büyük görünmeyi 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, özeldir. Özel bir hususa nazaran dikme konusunda kabul edilen hükmün geçersiz kılınması uygun olmaz. Teğet taraf aynen ve kendi konumunda görünür. Onun kısımların da ise aynı şey söz konusu 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 görünmektedir (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 görünümlerinin 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.

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr



Şekil 41

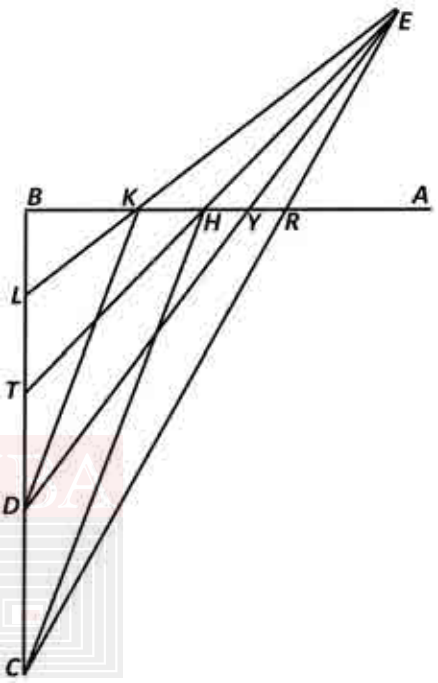
Daha önce bilgili insanlara sunduğumuz gibi bu birleşme sınırını gösteremeyiz. Çünkü geliş ve kırılma açılarının belirlenmesi konusunda geçtiği gibi pek çok prensibe gereksinim vardır. Göz merkezinin kesitin üzerinde bulunan dikmeye olan uzaklığı ve görünenin uzunluğu ve onun iki tarafından her birinin bilinen mahalden kesite olan uzaklığı değişir (zarar görür). Bilinen uzamanın dışında bir uzama söz konusu 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 kalkar. 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, ***e*** göz merkezi olsun (Şekil 42). Her iki göz de görünür hat üzerindeki ***r*** ve ***h*** noktalarında bulunsun. ***c*** noktasından ***cd*** üzerine onun her iki yönüne

doğru bir dikme çıkalım. Bu dikme kesitle ***a***'da kesişsin. ***r*** noktasında da kesite doğru bir dikme çıkalım. O da kesiti ***t***'de kessin ve onu ileriye doğru, göze kadar uzatalım. Aynı şeyi ***h*** noktasından da yapalım. O da kesitle ***y*** noktasında birleşsin. Dördüncü bir dikme daha çıkalım. O da ***d*** noktasında uzayan ***db*** olsun. ***hc***'yi kırılan (sapan) hatla birleştirelim. Bu hat kesiti ***k***'da kessin.



Şekil 42

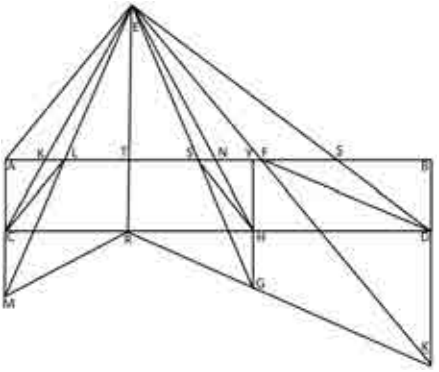
Diyoruz ki, kırılma noktası ***k*** üzerinde bulunmaz (Şekil 43) ve o gelişle görünür ve ***ak*** arasında da bulunmaz. Ancak ortam varsayılanın aksine daha yoğundur. Bundan dolayı -kırılma noktası- ***k*** ve ***t*** arasında yer alacaktır. Bu nokta ***l*** olsun. ***e*** ve ***l***'yi birleştirelim 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 ***g***'dir. ***d*** noktasının sapma hattı ise ***ş***'dir. Onun kırılma hattı ***f***, görüntüsü de ***k***'dır. Kısacası ***cd*** hattı kırılma açısı olan ***kem*** açısıyla, geliş açısı olan ***dec*** açısından göründüğünden 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 ***hse*** kırılma açısından daha büyüktür. Kısalma ise bu ikisinden fazladır. Gerçekte ***kea*** kırılma açısıyla oluşan görüntü, ***deh*** 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

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr



Şekil 43

uzaklaşma söz konusu 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 söz konusu olur.

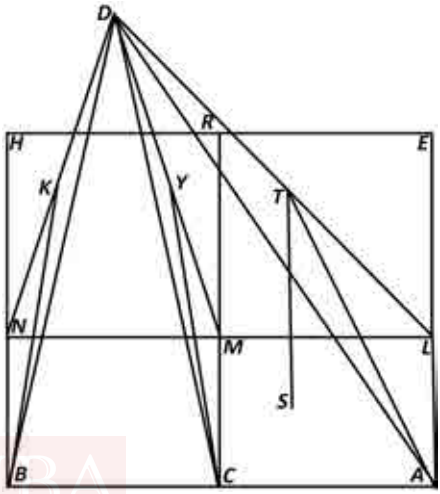
Bu şekildeki açıklamalar, daha yoğun ortam için verilen şekildeki açıklamalarla kıyaslandığında tasvirde ve tasavvurda bir gizlilik olmaz. Uzatmaya gerek yoktur. Hükümler de bu hükümlerin aksi olur. Burada kırılmayla görünen -aslından- daha büyük, daha küçük ya da eşit olabilir. Bu şekilde, isterse görünen ***ac*** dikmesi olsun. ***ae***'yi birleştirelim. ***aem*** kırılma açısıyla görünen ***aec*** 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, eksen de böylece iki kısma bölünmüş olur. Kırılmayla görünen kısım da gelişle görünenden daha büyüktür.

Bunun açıklanması için ***ab*** çok yoğun ortamda görünen, belirli bir niteliği bulunan doğrusal hat, ***c*** orta noktası ve ***d***'de göz merkezi olsun (Şekil 44). ***acb*** noktalarından her birinden yüzeye doğru ve ona ***h***, ***r*** ve ***e*** noktalarından değen birer dikme çıkalım. 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 ***ae*** dikmesine ***l***'de değecek 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 hatlarını birleştirelim. Daha sonra da ***t***'den, ***ts*** hattını ***ab*** yönünde ***ae***'ye paralel olarak uzatalım. Diyoruz ki, ***dl*** ve ***da*** hatları ***ae*** 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, ***ae*** 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.



Şekil 44

Aynı şekilde, ***db*** hattının da ***dn*** hattından daha uzun olduğunu söyleyebiliriz. ***adb*** ve ***ldn*** konileri, paralel tabanlı eşit iki konidir. ***da*** ve ***db*** hatları ***dl*** ve ***dn*** hatlarından daha uzundur. ***ldn***, yani ***ab***'nin kırılmayla göründüğü açı, gelişle göründüğü ***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 Allah'tandır.

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Kırılma Hatalarının Cam Kürede Açıklanması

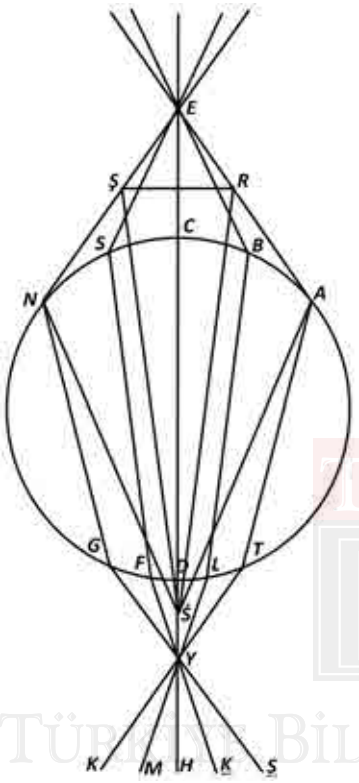
Diyoruz ki, burada söz konusu olan cam küre som cam veya az ya da çok yoğun [sıvıyla dolu] olan küresel bir ortamdır. Öncelikle çok yoğun olması durumunu ele alalım: Bu durumda ortam ya tam bir küre ya da bir küre parçası olur. Tam bir küre olması durumunda diyoruz ki, eğer ışık ne gelişle ne de kırılmayla onun yüzeyinin tümünde, tıpkı düz bir yüzeyde yayıldığı gibi yayılmıyorsa, onun için özel bir konumda özel iki yayılım vardır. Onun arkasında görünen hat bazen dik bazen ters dönmüş olarak, ama çoğunlukla olduğundan daha büyük görünür.

TÜBA
TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

Işıkla Yapılan Birinci Deney

Bunun açıklaması için son derece parlak ve küreselliği tam olan billur bir küre alalım. Bunu düzlem bir yüzey üzerine ve Güneş'in tam karşısına yerleştirelim. Bunun Güneş'e bakan yönü aydınlanmış olur. Bu ışıkların yarıdan daha az kısmı diğer yöne nüfuz eder. Bu ışınlar kürenin dışındaki yüzeyde bulunan Güneş ışığından daha kuvvetlidir. Eğer onu derece derece uzaklaştırırsak, ışıklı alan küçülür, ışığın yeğinliği yanmaya yol açacak kadar artar.

Eğer bu uzaklaşmanın derecesi çeyreğe yaklaşırsa, ancak ince nesnelerde görülen bir yanma meydana gelir. Uzaklaşma daha da artarsa ışıklı alan da büyümüş 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 ve ışığın düştüğü yerde gölgeli bir alan oluşur.



Şekil 45

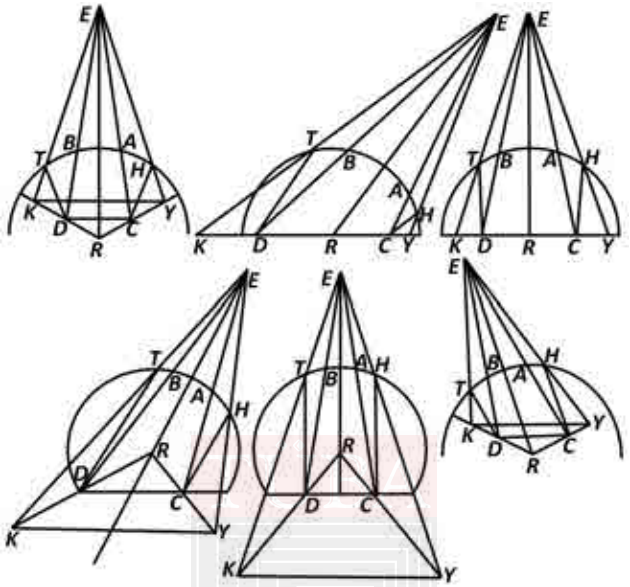
Bunu billurun kütlesinden daha küçük bir ateş aleviyle denersek, kürenin alt ucunu ışıklanmış olarak görürüz. Bu durumda diğer yöne nüfuz eden ışık, Güneş'le yapılan deneylerden daha büyük bir miktar olur. Mahal küçüldükçe bu deneyle küçülen mahaldeki mesafe de daha uzaklaşmış olur.

Gözün Duyarlılığına Yönelik Yapılan İkinci 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, ***e*** de kürenin dışındaki ışıklı bir nokta olsun. ***ecd*** görünen dikmesini ***d*** yönünde ***h***'ye kadar uzatalım. ***ea*** ışını ***a***'dan Normal yönüne sapar ve bu doğrultu boyunca küreye nüfuz eder ve küreyi ***t***'de keser. Sonra tersi yöne kırılarak ***eh*** görüntü dikmesiyle kesişir. Bu nokta ***hd*** arasındaki ***y***'dir. Onu ***k***'ya uzatalım.

Benzer şekilde, ***eb*** ışını ***b***'den Normal yönüne sapar ve bu doğrultu boyunca küreye nüfuz eder ve küreyle ***td*** arasındaki ***l***'de birleşir. Sonra tersi yöne saparak ***eh*** doğrusuyla ***y***'de 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.



Şekil 46

Buna göre, ***a*** noktasının izdüşümü ***n*** ve ***b*** noktasının ki ***s***, ***t*** noktasının ***g***, ***l*** noktasının izdüşümü ise ***f*** dir. Bu hatların paralelleri çizilirse ***k***'nın paraleli ***s***, ***m***'ninki de ***n*** olur. Bu durumda en küçük iki yaydan birinin kirişi ***at***, diğerininki ise ***ng*** olur. Bu iki kiriş sapan ışınların sınırıdır. Yani ***e***'den gelen ışının küreye teğet olduğu ***en*** ve ***ea*** hatlarıdır. ***antg*** koni kesiti döndürülürse, kapsayan ve kapsanan iki cismi de içeren boş bir küre elde edilir. Kapsayan bu konumda karanlıktır ve onun için gölgeli olur. Kapsanan ise darlaşmasından dolayı ışığı bol aydınlık olur.

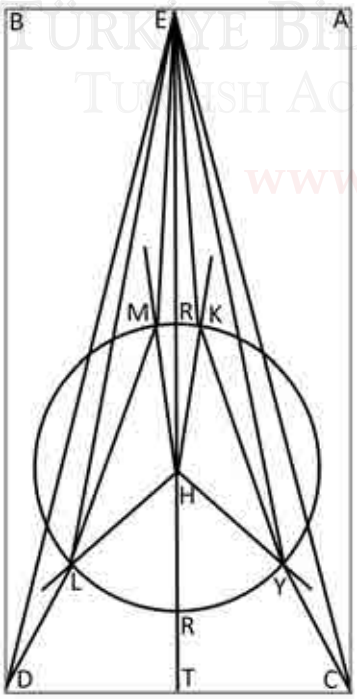
Eğer ışığın toplandığı nokta ***y*** noktası ise, kırılma bu şekilde olur. Çünkü ***dy*** hattı, kırılma açısına oranla ***ch*** hattından daha kısadır. Işıklı alan ***ea***, ***en*** ya da ***yt*** ve ***yg*** hatlarıyla sınırlanmış olsa bile kırılma hatlarının konumları ve toplanma noktaları ve toplandıktan sonra ışık kaynağının tersi yönde dağılma konumları değişmez.

görünen nesne, ***ae*** ve ***en*** arasında bulunan miktar, örneğin ***rş*** 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 söz konusu olmaz. Çünkü göz ve nesne arasındaki kırılan ışının yönünde bir değişim söz konusu 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 ***e***, küre merkezi de ***r*** olsun. ***ec***'yi ve ***ed***'yi sapan iki hat (kırılma hatları) olarak birleştirelim. Bunlar küre kesitini ***a*** ve ***b*** noktalarında keserler. ***cd*** noktalarının ise ***ab*** noktalarından görünmesi mümkün değildir. Bu ikisi (***cd***) diğer ikisinin (***ab***) arasında bulunması dolayısıyla, onların arkasında görünür. ***c*** noktası ***h***'de, ***d*** noktası da ***t***'de görünür.



Şekil 47

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 ***eh***'yi birleştirelim, ***rc***'yle ***y***'de birleşecek şekilde uzatalım. Aynı şekilde ***et***'yi birleştirip ***rd***'yle ***k***'da birleşecek şekilde uzatalım. Bu ***y*** ve ***k*** noktaları ***cd***'nin görüntü çapıdır. Dikme üzerinde inme ve çıkma durumundan dolayı küre görüntü çapının bazen görünenin üstünde ve bazen de şekillerde göründüğü üzere görünenin altında olmasını

gerektirir. ***cd*** görüneni kırılmayla ***yek*** açısından gelişle ***ced*** açısından göründüğünden 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 nispetle, diğeri de yüzeye dik olan dikmeye nispetle kürenin dâhilinde bulunur. Burada ışıklarla birleşme olur ve dik olan olduğu yerde görünür. Görüntüsü terstir ve suret de belirsizdir. Bu bölüm 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 göründüğünden çok da küçük görünür.

Bunun açıklaması için Libne kesiti ***abcd*** dörtgeni, ***e*** göz merkezi olsun. Bu kesit, küreyi ***h*** merkezli ***rr*** yarı dairesine böler. ***rr***'yi ***h*** yönünde ***t***'ye kadar uzatalım. Görünen hat ***cd*** olsun. ***c*** noktasının ışığı küre kesitindeki ***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 ***e*** 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 ***e*** noktasına ulaşır. ***ey***, ***ec***, ***el*** ve ***ed***'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 ***ced*** açısından çok daha küçüktür. Bundan dolayı kırılmayla olan görüntü gelişle olan görüntüden çok daha küçüktür. Bu da bizim yazdığımızdır.

Bu prensipler belirlendikten sonra, az yoğun küre kesitindeki kırılmanın tasavvuru açık hale gelir. Konunun temeli (esası) daha yoğun ortamdaki kırılmanın dikme yönünde, az yoğunda 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 Allah'tandır.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Kırılmadan Dolayı Göksel Nesnelerin Miktarları ve Uzaklıklarına İlişkin Hataların Nedenlerinin Bilinmesi Konusunda Bölüm

Giriş

Daha önce iki tabiat [Gök ve Yer] olduğu kanıtlanmıştı. Gök nesnelerinin 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 yoğunda ise Normal yönüne kırılır. Eğer hava çok yoğun nemli 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, gökküresini 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 daire yüzeyi evrenin merkezinden geçer. Bu *hakiki ufuk*tur. Görünür yarımküre yönünde



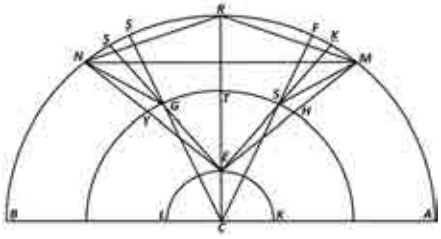
Mukantra, Oğlak Dönencesinden başlayıp, Yengeç Dönencesinde biten, kesik çizgiyle çizilmiş Hakiki Ufka paralel yükseklik daireleri
Eklenen Şekiller 28: Algılanan Ufuk

hakiki ufkun merkezinden çıkan ve *zenit* [başucu, tepe noktası] doğrultusunda bir noktada gökküresini delen bir dikmenin olduğunu varsayalım. Zenit doğrultusunda geçen bütün daireler ise ufuk dairesine diktir. Bunlardan bir tanesine onun *azimut*u veya *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, ***e*** göz, ***r*** zenit doğrultusu olsun. Azimut ve Nadir'den geçen ***arb*** yarı dairesi, gökküresini ve yeri iki eşit kısma böler. Bu yüzeyle gökküresinin çukur kısmı arasındaki ortak kesit, ***hty*** dairesi ve yine bu yüzeyle yerin yüzeyi arasındaki ortak kesit ise ***kel*** dairesidir. ***mrn*** yayının kirişi ***mn*** görünen zenit'in kirişidir. ***em***'yi kırılma hattı olarak birleştirelim. Bu ***ht*** yayını ***h***'de kessin. Zorunlu olarak ***en*** 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 ***g***'de görünür. ***cs*** yarıçapını birleştirelim ve onu ***mr*** yayını ***f***'de kesecek şekilde uzatalım. Sonra ***cg*** yarıçapını birleştirelim ve ***rn*** yayını ***s***'de kesecek şekilde uzatalım.

csf ve ***cgs*** hatları iki dikmedir. Sonra ***es***'yi birleştirip ***mr*** yayını ***k***'da kesecek şekilde uzatalım. Benzer şekilde ***eg***'yi birleştirelim ve ***rn*** yayını ***ş***'de kesecek

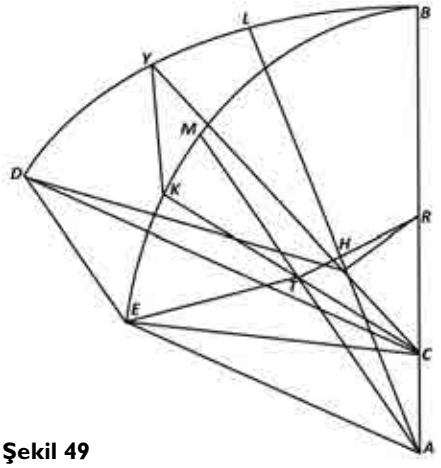
şekilde uzatalım. Diyoruz ki ***m*** sureti gökküresi boyunca ***s***'ye uzar. Sonra da evrendeki ***cs*** dikmesi yönüne kırılarak ***e*** noktasına gelir. Çünkü ortam gökküresinden daha yoğundur. Gökyüzündeki kırılma ise ***s*** noktasından ***sf*** dikme doğrultusunun tersi yöne olur. ***ng*** kırılma hattında da durum aynıdır. Unsurların saydamlığındaki değişimler görüş alanını da etkiler. ***keş*** açısından kırılmayla görünen ***mrn*** yayı ve ***mn*** kirişi, ***men*** açısından gelişle göründüklerinden daha küçüktür. Aynı şekilde ***mr*** kirişi, ***mer*** açısında ***ker*** açısından göründüğünden daha küçük görünür. İstenen de budur.



Şekil 48

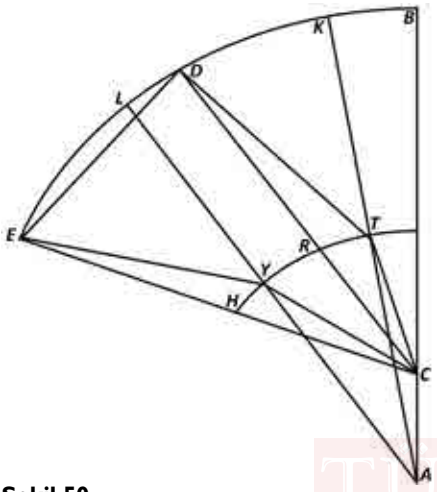
Şimdi de mukantradan kesilmiş bir yay olsun. Diyoruz ki, aynı şekilde bu yay kırılmayla gelişle göründüğünden daha küçük görünür. Bunun açıklanması için ***ab*** evren çaplarından birisinin yarısı olsun. ***b*** ise zenit doğrultusu, çap üzerindeki ***c*** noktası da göz merkezi olsun. ***dh*** hattı, ufka paralel olan mukantra kesitinin kirişi olsun. Gökküresinin dış yüzeyindeki ***be*** ve ***bd*** yaylarını çizdiğimizde, iç yüzeyinde de ***rh*** ve ***rt*** yaylarını çizmiş oluruz. ***cd*** ve ***ce***'yi birleştirelim. ***bd*** yayı ***be*** yayına eşittir. ***d*** ve ***e*** suretleri ***h*** ve ***t*** noktalarından ***c***'ye kırılırlar. ***dh*** ve ***et***'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 ***be*** yaylarından her birinden daha küçüktür. Yükseltileri eşit olan ***d*** ve ***e***'den her birinin yükseltisi (yükseklik), yine yükseltileri eşit



Şekil 49

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr



Şekil 50

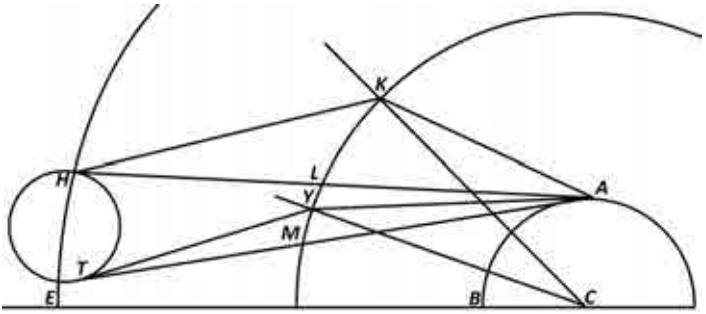
olan ***h*** ve ***t***'nin yükseltilerinden daha azdır. Bunların ***h***'deki kırılmaları, ***c***'deki konumlarının benzer olmasından dolayı, ***t***'deki kırılmaya eşittir. ***ld*** yayı ***me*** yayına eşittir. ***yd*** yayı da ***ke*** yayına eşittir. ***yk***'yı ondan daha küçük olan ***de***'ye paralel olarak birleştirelim. ***cy*** ve ***ck*** hatları eşittir. Çünkü ***c*** noktası gökyüzünün merkezidir. ***yk*** hattı ***de*** 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.

Şimdi de 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*** merkezi, ***b*** zenit doğrultusu, ***c*** göz merkezi, ***de*** ise gökküresinin tümsek kısmı olan ***bde***'den görünen kiriş olsun. Bu gökküresinin çukur kısmının semti de ***rh***'dir. ***cd***'yi kırılma hattı olarak birleştirelim. Bu doğru ***rh***'yi ***r***'de keser. Sonra da ***ce*** kırılan hattını çizelim. O da ***rh***'yi ***h***'de keser. ***d***'nin ***rh*** arasındaki kesitte ya da bunların dışında bulunmayacağı aksine ***r*** noktası ve ***ab*** yarıçapının oluşturduğu kesit arasında ***t***'de bulunacağı kanıtlanmıştı. Aynı şekilde ***e*** 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 ***ye***'yi birleştirelim. Diyoruz ki görüntüdeki büyüme dolayısıyla gerekli olan ***ktd*** kırılması, görüntüdeki küçülmeyi gerektiren ***lye*** kırılmasından daha küçüktür. Bundan dolayı ***tcy*** açısından kırılmayla olan görüntü ***dce*** açısından gelişle olan görüntüden daha küçüktür. Bizim istediğimizde budur.

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

Yapılan Bu Kanıtlamaların Sonucu

Eğer bir yıldız yuvarlak (müstedir) görünüyorsa görünüm çapları eşit demektir. Çaplarından her biri dikey (mutasib) ve yatay (mutarid) iseler geliş açıların-



Şekil 51

da olduğundan daha küçük görünürler Çaplarının tümünde durum aynıdır. Yıldızların sureti, birbirlerinin arasındaki uzaklıklar ve büyüklükleri, gelişle olan görünüm açısından daha küçük görünür. Ortam (saydamlık) tek olsa bile oldukları gibi ve bulundukları konumlarda görünmezler. Büyüklükleri de olduğu gibi değil, zenit doğrultusundaki bir noktanın dışındakiler gerçekten daha küçük oylumlu olarak görünürler. Eğer kırılma görüntüyü etkilemezse, o yöndeki algı etkilenmemiş olur. Denilmektedir ki, ufukta görünen yıldız, tepede göründüğünden daha büyüktür. Diyorum ki, bunun nedeni buhar küresinin yoğunluğudur. Onun tümsek kısmı ufka yakındır. Yerin yarıçapının buhar küresinin yarıçapına oranı kırılmanın fazlalaşmasını gerektiren özel bir miktardır. Bu da hatanın oluşmasına yol açar.

Bu durumun açıklanması için ***ab*** yayı yerküresi üzerindeki bir kesit, ***c*** evrenin merkezi, ***he*** gökküresinin çukur kesiti ve ***ec*** 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 ***a*** ve ***t*** noktalarını da buhar küresini ***m***'de kesecek şekilde birleştirelim. Diyoruz ki, eğer ışık ***h*** noktasından geliyorsa, onun ***a***'ya kırılması mümkün olur. Kırılma, ***ly*** arasında olmaz ve buhar küresinin yoğunluğundan dolayı ay küresinin çukur kısmına bir doğru boyunca ulaşmaz, ***k*** noktasında kırılır. Kırılmanın sağlıklı olarak gözlenebilmesi için ***ck*** dikmesini çıkalım. Aynı şekilde ***t***'den ***a***'ya gelen ışın da ***y***'de kırılır ve ***cy*** dikmesiyle gözlemlenir. ***hk***, ***ka***, ***ty*** ve ***ya***'yı birleştirelim.

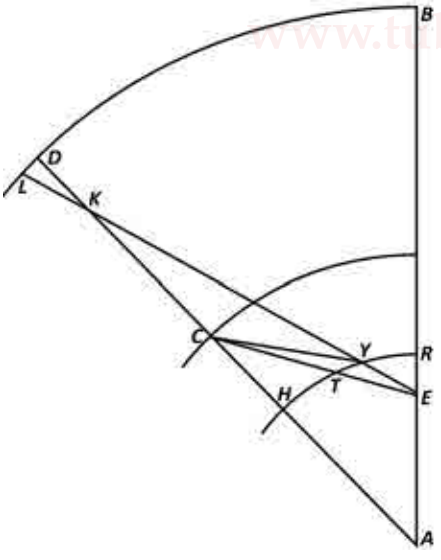
Bu durumda kırılmayla oluşan görünüm açısı olan ***kay*** açısı, gelişle oluşan görünüm açısı olan ***lam*** açısından daha büyük olur. Çünkü onun gelişle olan görünüm açısının büyümesine yol açan ***kal*** açısı, küçülmesine yol açan ***yam*** açısından daha büyüktür. ***kl*** yayının eğimi ve gökküresindeki ***et*** yayını gören ve ***kl*** yayının devamında 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 saydamlıktan mürekkeptir ve yüzeyi de mahduttur (sınırlıdır). Bundan dolayı, havanın gittikçe daha fazla seyrekleşerek ateşi oluşturduğu düşüncesi doğru değildir. Daha önce geçmiş olduğu üzere burada kırılma meydana gelmez. Gözlemsel kanıtlar ufukta buharın daha yoğun olması dolayısıyla nesnelerin kütlelerinin de büyümesine yol açtığı iddiasını doğurmuştur. Deneylerde kullanılan kırılma kuralları ve matematiksel kanıtlamalar da bunu kanıtlar. Allah bilir.

Bölümün Sonucu

Büyük bilgin Batlamyus, *Almagest* (el-Mecisti) adlı kitabında oğlak dönencesinin başlangıcında ve meridyen dairesi üzerindeyken Ay'ı gözlemlediğini yazmıştır. Bu konum bizim terminolojimize göre Ay'ın azimutudur. [Batlamyus gözlemini] enlemi 30 derece 58 dakika olan İskenderiye'de, zat-i şubeteyn ile yapmış. Ayın zenitten (semt el-reis) uzaklığı 51 derece 35 dakikadır. Bu da azimuttan bir parçanın kirişidir ki bunun yayı 50 derece 55 dakikadır. Sonra bunu hesap yoluyla meyl el-cüz'den, yani ayın boylamından ve enleminden, enlem ve boylam yönleri dikkate alınarak 49 derece 48 dakika olduğunu çıkardı. Bu ikisi arasındaki fark 1 derece 7 dakikadır. Bunun da paralakstan kaynaklandığı söylenebilir. Bu da yerin yarıçapının gerektirdiği bir şeydir. Çünkü yerin yarıçapının Ay feleğinin yarıçapına olan uzaklığı hissedilebilir derecede değişmektedir.



Şekil 52

Bunu geometrik teoremler yardımıyla ve yönteme uygun olarak kanıtlamak olanaklıdır. Bu durum kırılmadan dolayı meydana gelmez. Bu da şaşırtıcı 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 nasip 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 yarıçapı, ***a*** merkezi, ***b*** zenit doğrultusu, ***c*** Ay'ın konumu, ***bd*** en büyük felek üzerinde olduğu düşünülen semt, ***e*** göz, ***rh*** gökküresinin çukur kısmındaki kırılma kesiti olsun. ***ac***'yi gökküresi kesitini ***h***'de kesecek şekilde birleştirip ***c*** yönünde uzatalım. ***bd*** feleğini ***d***'de kessin. Sonra kırılma hattı olarak ***ce***'yi birleştirelim. O da gökküresi kesitini ***t***'de kessin.

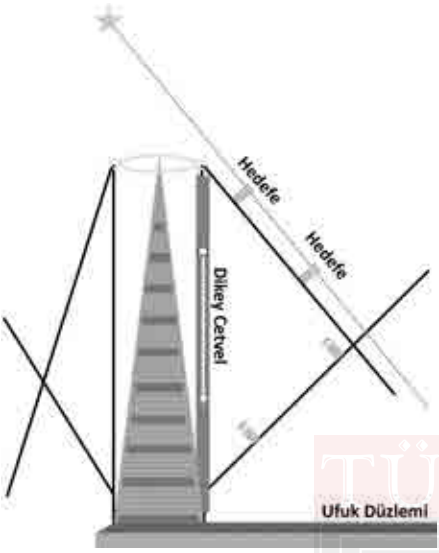
Diyoruz ki, ***c*** ışığı eğer ***ct*** doğrultusunda uzuyorsa, bu durumda ***ah*** arasındaki bir noktaya kırılır. Onun ***h***'ye ulaşacağı düşünülmez. Aksine gökküresinin daha yoğun olması dolayısıyla ***h*** yönünde bulunmayan, ***t***'nin dışındaki bir noktaya, ***rt*** arasındaki ***y***'ye ulaşacağı düşünülür.

ey dikmesini çizelim ve onu kanıtladığımız kırılma yönündeki miktar kadar uzatalım. Sonra az yoğundaki kırılma hattı olan ***yc*** ile çok yoğundaki kırılma hattı olan ***ey***'yi birleştirip ***ad*** çapını ***cd*** arasındaki ***k***'da kesecek şekilde uzatalım ve felekle ***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 Ay'ın gözlenmesi ***bd*** yayından, yani hesap yoluyla elde edilmiş olan bu semtin gerçek konumundan daha büyüktür. Bu miktar 49 derece 58 dakika kadardır. Açıktır ki, Ay'ın görüntüsü olan ***k*** noktası ***ek*** hattı doğrultusunca görünür. E gözlemcisinin gözlemiyle farklı algılanan açı ***eka*** açısıdır; ***hce*** değil. İkincisi birincisinden daha büyüktür ve hesap yoluyla ***hce*** açısına dayandığı bulunur. Bu da bizim düzeltmemizdir.

[Batlamyus *Optik* kitabının beşinci bölümünde aynı şey kanıtlamıştır. Göz ışını eğer esirin [Eter] 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 gökküresini iki kısma böler. Bunlardan daha büyüğü gözlemci yönündedir.

TÜBİTAK TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr



Eklenen Şekiller 29: Zât el-Şubeteyn

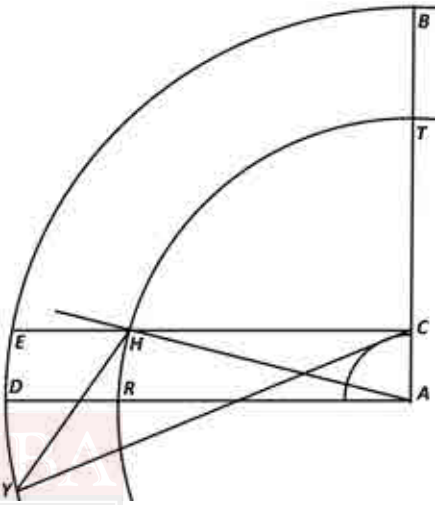
Bunun açıklanabilmesi için ***ab*** evrenin yarıçapı, ***c*** yerküresine teğet olan göz merkezi, ***b*** zenit doğrultusu; ***ad***, ***ab***'ye dik olan doğrusal hat, ***bd*** yayı da Güneş küresindeki varsayımsal semt olsun. ***ac***, ***ad***'ye dik olduğundan, ***c*** noktasına dik olan hat ***ad***'ye paralel olur. Bu paralel hat da ***ch*** olsun. ***c***'ye dik olduğu konum sabit tutularak ve ***h*** noktası döndürülürse, gökküresini iki kısma bölen küçük daire çizilmiş olur. Bunlardan daha küçük olanı, algılanan ufuk (ufk el-hissî) adı verilen ufuk yönüne değil, asıl zenit doğrultusuna yakındır.

Algılanan ufuk, gözlem aletleriyle elde edilen yükseltilerin başlangıcıdır ve diğerinin başlangıcı değildir. Yerin yarıçapının Güneş küresinin yarıçapına oranı zat el-şu'beteyn[15] (**cetvelli araç, turquetum**) ile belirlenebilir. Üstelik bu oranın en büyük feleğin yarıçapına oranı burada algılanacak kadar bir nokta olan, ***be*** ve ***bd*** yayları haricindeki ***ed*** yayıdır. 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*** doğrultusunca ***c***'ye kırılır. ***cy***'yi birleştirelim. Diyoruz ki, ***c*** noktasını sabit tutup tek bir miktar üzere ***ych*** açısı korunmak

15 Batlamyus tarafından da kullanıldığı anlaşılan bu alet, uzun zaman Doğuda ve Batıda yapılan gözlem çalışmalarının temel bir aracı olarak önemini korumuştur. Bu araçla Ay'ın ıraklık açısı ve gezegenlerin zenit açıları ölçülür. Bkz. Mustafa Kaçar, M. Şinasi Acar, Atilla Bir, *XVI. Yüzyıl Osmanlı Astronomu Takiyüddin'in Gözlem Araçları*, Türkiye İş Bankası Yayınları, İstanbul 2011, s. 34.

koşuluyla ***y***'yi döndürerek ***y*** noktasında gökküresini 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 söz konusu gözlem aletleriyle elde edilecek kanıtlar ya da geometri kurallarına dayanılarak anlaşılır.



Şekil 53

Bu konuda yararlı olacak zamana ve saatlere ilişkin eserimiz vardır. Bu hususun gerektirdikleri için burada verilenler yeterlidir. Geriye kalan hataların açıklanmasına geri dönelim.

Ayrıklık ve Bitişiklik: Bu hususlarda diyoruz ki, kırılma ışığın ve rengin zayıflamasına yol açtığından, öncelikle doğrudan görmedeki hatalar söz konusu olur. Ancak daha önce belirtildiği üzere ilineksel (arızî) olarak algılanabilir. Bu hususta doğrudan görme konusunda verilen örnekler yeterlidir.

Sayı: 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 birçok görüntü görürüz. Çünkü billurun iki yüzeyi vardır ve bunlardan dış kısımda bulunanında bir suret yansırken, iç kısımdakinde de diğer bir suret yansır. Konum konusunda 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 görüntünün çoğalmasını 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 görmede olduğu varsayılan hatalar burada zati olarak çoğalmış ve ilineksel olarak da belirginleşmiş olabilir. Bu belirginleşme esnasında hata meydana çıkabilir. Niteliklerden birisinin belirgin olmasının tespiti de önemli bir husustur. Bu billurun üzerine konulduğu şeyden 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 verdiğinden yapılışını ve gözlem yöntemini anlatan bir risale inşallah yazacağım.

Hastalıkların geri kalanlarına ve düzlem yüzeyli ortamlarda açığa çıkan diğer kusurlar hususuna gelince: Bu hususlar düzlem yüzeyli aynalardaki yansıma hatalarında geçmişti.

Saydam cisimlere gelince: Bu cisimlerde ortaya çıkan kusurlar çoktur ve tek bir şeye indirgenemeyecek kadar çok sayıda şaşırtıcı durum ortaya çıkar. Bunlar anlatılamayacak kadar çoktur. Allah yol gösterendir ve hidayetiyle doğru yola sokandır.

Bu, her şeyin hükümranı, iyiliğin kaynağı, Allah tarafından kendisine bahşedilmiş dil ve basiret sayesinde, **Takîyüddîn Muhammed Zeyn el-Mille ve Dîn, Hatime el-Muhakkıkeyn** (**muhakkiklerin sonuncusu**), **M'arûf İbn el-Şeyh Şehâbeddîn Ahmed İbn Muhammed İbn Muhammed İbn Ahmed İbn Yusuf İbn Ahmed İbn el-Emîr Nâsuriddîn Mengübers el-Esed el-'Arîn Emîr el-Mücâhidîn**[16], (Allah onlardan razı olsun), tarafından gerçekler görülerek, açık bir dille ifade edilerek ve kendi eliyle kaleme alınarak 982 yılının başlarında tamamlanmıştır.[17]

16 Takîyüddîn'in künyesi başka kaynaklarda yukarıdakinden bazı farklılıklarla verilmektedir. "Takîyüddîn Ebû Bekr Muhammed İbn el-Kadı Zeynneddîn el-Şeyh Ebû el-Abbas Ma'rûf İbn el-Şeyh Ebû el-Abbas Ahmed İbn el-Şeyh Ebû Abdullah Muhammed İbn el-Şeyh Muhammed İbn el-Şeyh Ahmed İbn el-Emîr Cemalüddîn Yusuf İbn el-Emir Şehabeddîn Ahmed İbn el-Emir Nâsuriddîn Mengübars İbn el-Emir Nasuhiddin Humartegin el-Dımaşk el-Hanifi el-Ma'ruf bi'l-Rasıd". Bkz. Ekmeleddin İhsanoğlu, Ramazan Şeşen, Cevat İzgi, Cemil Akpınar, İhsan Fazlıoğlu, *Osmanlı Astronomi Tarihi Literatürü*, Ed. Ekmeleddin İhsanoğlu, IRCICA, İstanbul 1997, s. 199.

17 Bu paragraf, Süleymaniye Kütüphanesi, Laleli 2558, Süleymaniye Kütüphanesi, Mehmet Nuri Efendi 163/3 ve Kahire, Daru'l-Kütûb, Riyaza 892 nüshalarında yer almamaktadır.

Kaynakça

Adıvar, A. Adnan, *Osmanlı Türklerinde İlim*, Remzi Kitabevi, İstanbul 1982.

Akdoğan, Cemil, *Bilim Tarihi*, Anadolu Üniversitesi Yayını, Eskişehir 1993.

Bir, Atilla & Kaçar, Mustafa, "İslam Medeniyetinde Hiyel Geleneği ve Takiyüddin Rasıd'ın Et-Turuku's-Seniyye fi Alâtu'r-Ruhaniyye Adlı Eseri", *420. Ölüm Yıldönümünde Takiyüddin Rasıd, Notlar 7*, Bilim ve Sanat Vakfı Yayınları, İstanbul 2007.

Boyer, Carl B., *The Rainbow, from Myth to Mathematics*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1987.

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

Cohen, M. R. & Drabkin, I. E, *A Source Book in Greek Science*, Harvard University, Cambridge, Massachusetts 1966.

Coleman, James A., *Herkes İçin Görelilik*, Çeviren: Osman Gürel, V Yayınları, Ankara 1987.

Demir, Remzi, *Takîyüddîn'de Matematik ve Astronomi*, Atatürk Kültür Merkezi Yayınları, Ankara 2000.

Dizer, Muammer, *Takiyüddîn*, Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara 1990.

Dosay, Melek, "Takîyüddîn'in Cebir Risalesi", *Belleten*, Cilt 61, Sayı 231, Türk Tarih Kurumu, Ankara 1997.

Einstein, Albert & Infeld, Leopold, *Fiziğin Evrimi*, Çeviren: Öner Ünalan, Onur Yayınları, Ankara 1976.

El-Hassan, Ahmed Yusuf, *Taqi al-Din and Arabic Mechanical Engineering*, Halep Üniversitesi, 1976.

Fârâbî, *Kitâb fi Cem'i Beyne Re'yey el-Hakimeyn*, Çeviren: Mahmut Kaya, "Eflatun ve Aristoteles'in Görüşlerinin Uzlaştırılması", *Felsefe Arkivi*, Cilt 24, İstanbul 1984.

Fizik Terimleri Sözlüğü, TDK, Ankara 1983.

TÜBA
TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

Grant, Edward, *A Source Book in Medieval Science*, Harvard University Press, 1974.

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

İbn el-Heysem, "Işık Üzerine", İngilizceye Çeviren: M. F. Quraishi, *İbn al-Haitham*, Karachi, Pakistan, 1970.

İbnü'l-Heysem, *Kîtâb el-Menâzır*, İngilizceye Çeviren: A. I. Sabra, *The Optics of ibn al-Haytham*, Warburg Institute, University of London, London 1989.

İhsanoğlu, Ekmeleddin & Şeşen, Ramazan & Bekâr, M. Serdar & Gündüz, Gülcan & Bulut, Veysel, *Osmanlı Tabii ve Tatbiki Bilimler Literatürü Tarihi*, Editör: Ekmeleddin İhsanoğlu, IRCICA, İstanbul 2006.

İhsanoğlu, Ekmeleddin & Şeşen, Ramazan & İzgi, Cevat & Akpınar, Cemil & Fazlıoğlu, İhsan, *Osmanlı Astronomi Tarihi Literatürü*, Ed. Ekmeleddin İhsanoğlu, IRCICA, İstanbul 1997.

Kaçar, Mustafa & Acar, M. Şinasi & Bir, Atilla, *XVI. Yüzyıl Osmanlı Astronomu Takiyüddin'in Gözlem Araçları*, Türkiye İş Bankası Yayınları, İstanbul 2011.

Kemâlüddîn el-Fârisî, *Tenkih el-Menazır*, 2 Cilt, Haydarabad 1928.

Kepler, John *Ad Vitellionem Paralipomena*, Gesammelte Werke, Cilt 2, München 1938.

Krylov, N., Lobandyevsky, P., Men, S., *Descriptive Geometry*, Moscow, 1974.

Lindberg, David C., *Theories Vision from Al Kindî to Kepler*, University of Chicago Press, Chicago 1976.

Max, von Krause, *Stambuler Handschriften Islamischer Mathematiker*, Eingegangen, 1935.

Nelkon, M, & Parker, P, *Advanced Level Physics*, London 1971.

Ronan, Colin A., *The Shorter Science and Civilsation in China*, Cilt 2, Cambridge University Press, 1981.

Ronchi, Vasco, *The Nature of Light*, İngilizceye Çeviren: V. Barocas, Cambridge, Mass. 1970.

Sabra, A. I., Ibn al-Haytham, *Dictionary of Scientific Biography*, 6, Charles Scribner's Sons, New York, 1972.

Sabra, A. I., *Theories of Light from Descartes to Newton*, Oldbourne Press, London 1967.

Sayılı, Aydın, "İbn Sînâ'da Işık, Görme ve Gökkuşağı," *İbn Sînâ Doğumunun bininci yılı Armağanı*, Türk Tarih Kurumu, Ankara 1984.

Sayılı, Aydın, "The Aristotelian Explanation of the Rainbow", *Isis*, Sayı: 30, 1939.

Sayılı, Aydın, "The Observation Well", *A. Ü. Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi*, Cilt: 11, Ankara 1953.

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

Sears, Jr., F.W, & Richards, J.A. & Zemansky, M.W., & Wehr, M.R., *Modern Üniversite Fiziği*, Çeviren: 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*, Sayı: 11, 1973.

Singer, Charles & Holmyard, E. J. & Hall, A. R. & Williams, Trevor I., (ed.) *A History of Technology*, Cilt 3, Oxford 1957.

Suter, Heinrich, *Die Matematiker und Astronomen der Araber und Ihre Werke*, Leipzig, 1900.

Şeşen, Ramazan, "Meşhur Osmanlı Astronomu Takîyüddîn el-Rasıd'ın Soyu Üzerine", *Erdem*, Cilt 4, Sayı 10, Atatürk Kültür Merkezi, Ankara 1988.

Takîyüddîn, *Kitâbu Nûri Hadakati el-Ebsâr ve Nûri Hadîkati el-Enzâr*, Oxford, Bodleian Kütüphanesi, Marsh 119.

Takîyüddîn, *Kitâbu Nûri Hadakati el-Ebsâr ve Nûri Hadîkati el-Enzâr*, Süleymaniye Kütüphanesi, Laleli 2558.

Takîyüddîn, *Kitâbu Nûri Hadakati el-Ebsâr ve Nûri Hadîkati el-Enzâr*, Süleymaniye Kütüphanesi, Mehmet Nuri Efendi 163/3.

Takîyüddîn, *Kitâbu Nûri Hadakati el-Ebsâr ve Nûri Hadîkati el-Enzâr*, Kahire, Daru'l-Kütûb, Riyaza 892.

Tekeli, Sevim, "Âlat-ı Rasadiye lî Zîc-i Şehinşahiye", *Araştırma*, Sayı 1, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Ankara 1963.

Tekeli, Sevim, "İstanbul Rasathanesi'nin Araçları", *Araştırma*, Sayı XI, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Ankara 1979.

Tekeli, Sevim, "Meçhul Bir Yazarın İstanbul Rasathanesinin Âletlerinin Tasvirini Veren 'Âlât-ı Rasadiye li Zîc-i Şehinşahiye Adlı Makalesi", *Araştırma,* Sayı 1, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Ankara 1963.

Tekeli, Sevim, "Nasirüddin, Takiydüddin ve Tycho Brahe'nin Rasat Aletlerinin Mukayesesi", *Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi,* Cilt XVI, Sayı 3-4, Ankara 1958.

Tekeli, Sevim, "Nasîrüddîn, Takîyüddîn ve Tycho Brahe'nin Rasat Aletlerinin Mukayesesi", Ankara, 1958.

Tekeli, Sevim, "Onaltıncı Yüzyıl Trigonometri Çalışmaları Üzerine Bir Araştırma, Copernicus ve Takîyüddîn", *Erdem*, Cilt 2, Sayı 4, Atatürk Kültür Merkezi, Ankara 1986.

Tekeli, Sevim, "Takîyüddîn'de Kiriş 2° ve Sin 1°nin Hesabı", *Araştırma*, Sayı 3, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Ankara 1965.

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ TURKISH ACADEMY OF SCIENCES www.tuba.gov.tr

Tekeli, Sevim, "Takiyüddin'in Sidret ül-Müntehâ'sında Aletler Bahsi", *Belleten,* Cilt 25, Türk Tarih Kurumu, Ankara 1961.

Tekeli, Sevim, *16. Asırda Osmanlılarda Saat ve Takîyüddîn'in Mekanik Saat Konstrüksiyonuna Dair En Parlak Yıldızlar Adlı Yapıtı*, Ankara 1966.

Tekeli, Sevim, Nasîrüddîn, Takîyüddîn ve Tycho Brahe'nin Rasat Aletlerinin Mukayesesi, Ankara, 1958.

Topdemir, Hüseyin Gazi, "El-Cezerî Sonrası İslâm Dünyası'nda Hiyel Geleneği", *Karanlık Gösterilen Aydınlık Çağ, Uluslararası El-Cezerî Sempozyumu*, Mardin Artuklu Üniversitesi Kültür Yayınları, İstanbul 2016.

Topdemir, Hüseyin Gazi, "Osmanlı Biliminin Öncülerinden Takîyüddîn", *Bilim ve Teknik Dergisi*, Sayı 513, TÜBİTAK, Ankara 2010.

Topdemir, Hüseyin Gazi, "Takiyüddin er-Rasıd", Türkiye Diyanet Vakfı, *İslam Ansiklopedisi*, Cilt 39, Ankara 2010.

Topdemir, Hüseyin Gazi, *Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin, İbnü'l-Heysem'in Kitâb el-Menâzır adlı Optik Kitabına Yazdığı Açıklamanın Yakan Kürelerdeki Kırılmaya ait Bölümünün Çevirisi ve İncelenmesi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Ankara 1988.

Topdemir, Hüseyin Gazi, *Takîyüddîn'in Optik Kitabı*, Kültür Bakanlığı, Ankara 1999.

Unat, Yavuz "Türk Teknoloji Tarihinden İki Örnek: Cezerî ve Takîyüddîn", I. Türk Bilim ve Teknoloji Tarihi Kongresi Bildirileri (15-17 Kasım 2001), *Türk Teknoloji Tarihi*, Yayına Hazırlayanlar: Emre Dölen, Mustafa Kaçar, İstanbul 2003.

Ünver, Süheyl, *İstanbul Rasathanesi*, Türk Tarih Kurumu, Ankara 1985.

Whiteley, W. L., *General Physics*, University Tutorial Press Ltd., London 1960.

Whittaker, E. T., *A History of the Theories of Aether and Electricity*, From the Age of Descartes to the Close of the Nineteenth Century, Dublin University Press, Dublin 1910.

Williams, John E. & Metcalfe, H. Clark & Trinklein, Frederick E. & Lefler, R. W., *Modern Physics*, Holt, Rinehart And Winston, New York, 1968.

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*, 1, Gloucester, Mass., 1968.

Yalçın, Cengiz & Nuray Büget, *Modern Fizik ve Atom Fiziği*, İstanbul 1981.

TÜBA TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr

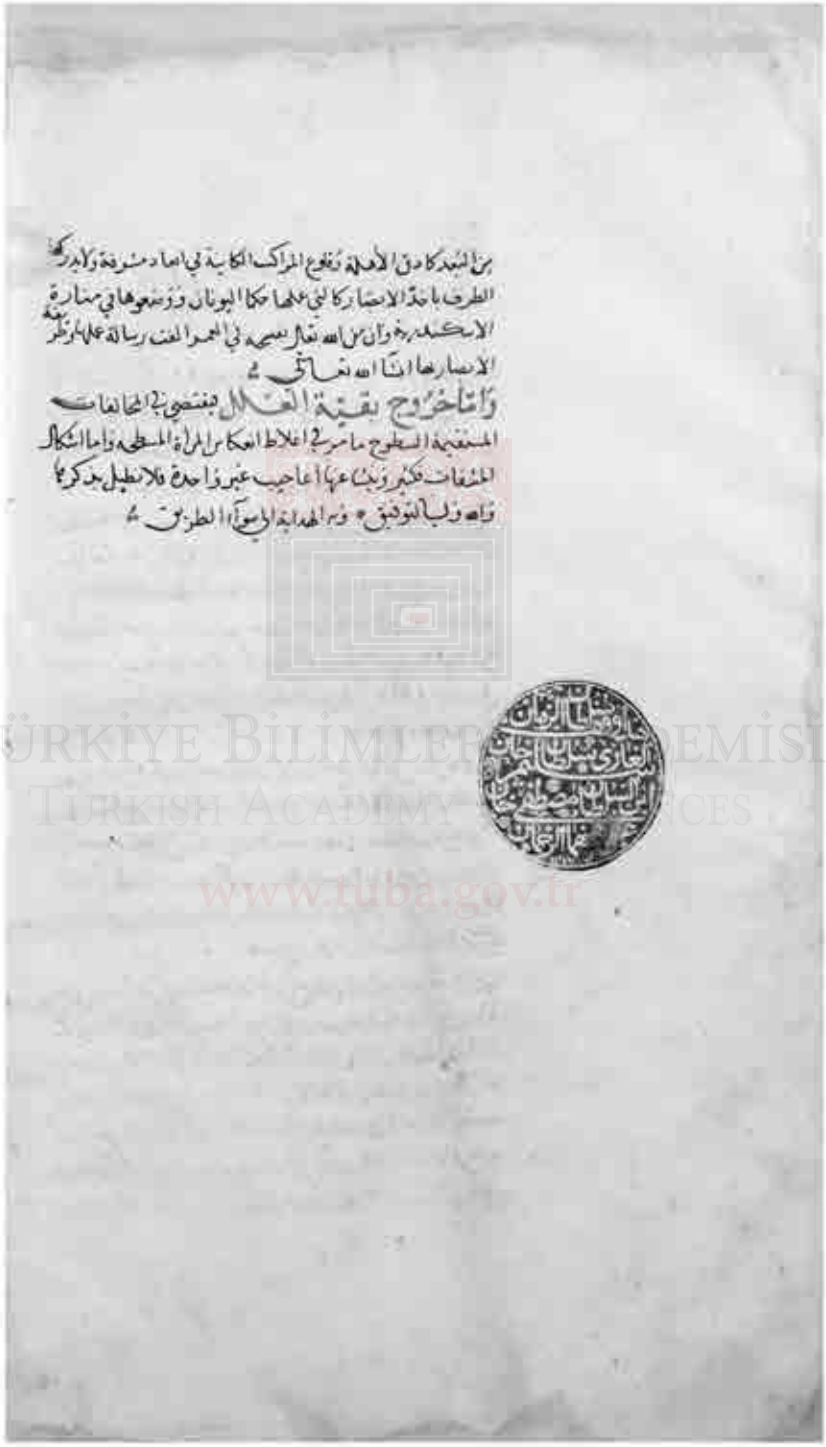
Tıpkıbasım

Süleymaniye Kütüphanesi,
Laleli 2558.*

TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr

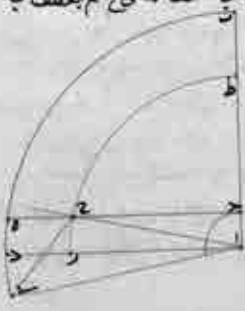
* Bu tıpkıbasım TÜBA'nın teklifi ile *Kitâbu Nûr*'un Türkiye'deki bir nüshasının kamuya kazandırılması amacıyla çalışmaya eklenmiştir.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr



TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TÜRKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr







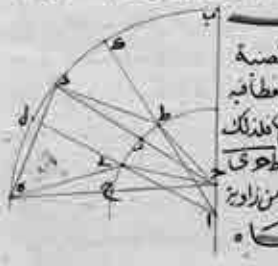




TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tubitak.gov.tr



نقوس ك د تساوي نوس م ه
نقوس ي ه تساوي نوس
ه ه فضل ه ك فبواقي
د ه ويكون اصغر منه
وخط ح ي ح ه متساويان
لان نقطة ح كالمركز
للسافط ي ك اصغر من
خط د ه فزاوية ي ح ك
اعني زاوية روية الانطاف



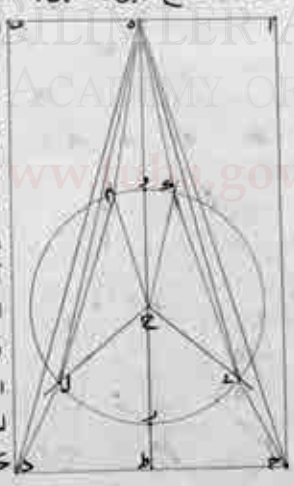
اصغر من زاوية د ح ه اعني زاوية روية بالاستقامة وذلك مارم
ثم لنكن النوس قطعة من دايرة تمسه ليست نقطة تمت الراس واقعة
عليها ما تول ايضا انها يرى بالانطاف اصغر مما يرى بالاستقامة
ونكن لبيان ان نصف قطر العالم والمركز وت تمت الراس وح
محل مركز البصر والوتر المرئي د ه من تمسة ت د ه على مجدب
التا فصل سطحها في المتعرتمسة ر ح ونصل ح د الخط المحور
ولقطع فصل ر ح على ز ثم محور ح ه ولقطعه على ح وقد تقرر
ان نقطة انطاف د الى ح لا يكون من الفصل بين ر ح ولا عليها
بل بين نقطة ز ومقاطعة الفصل لنصف قطرات ونكن على ط
وكذلك تقع نقطة الانطاف بين ر ح ونكن على ي ثم نصل ا ط
ونمده الى ك من التمسة ثم ا ي ونمده الى ل منها ونصل ح ط

ط د ح ي ه ونقول
ان انطافه ك ط د المقتضية
لزيادة في الروية اصغر من انطافه
ل ي ه التي تقتضي تقصانها فلذلك
يرى بالانطاف من زاوية ط ح ي
اصغر مما يرى بالاستقامة من زاوية
د ح ه وذلك ما اردناه

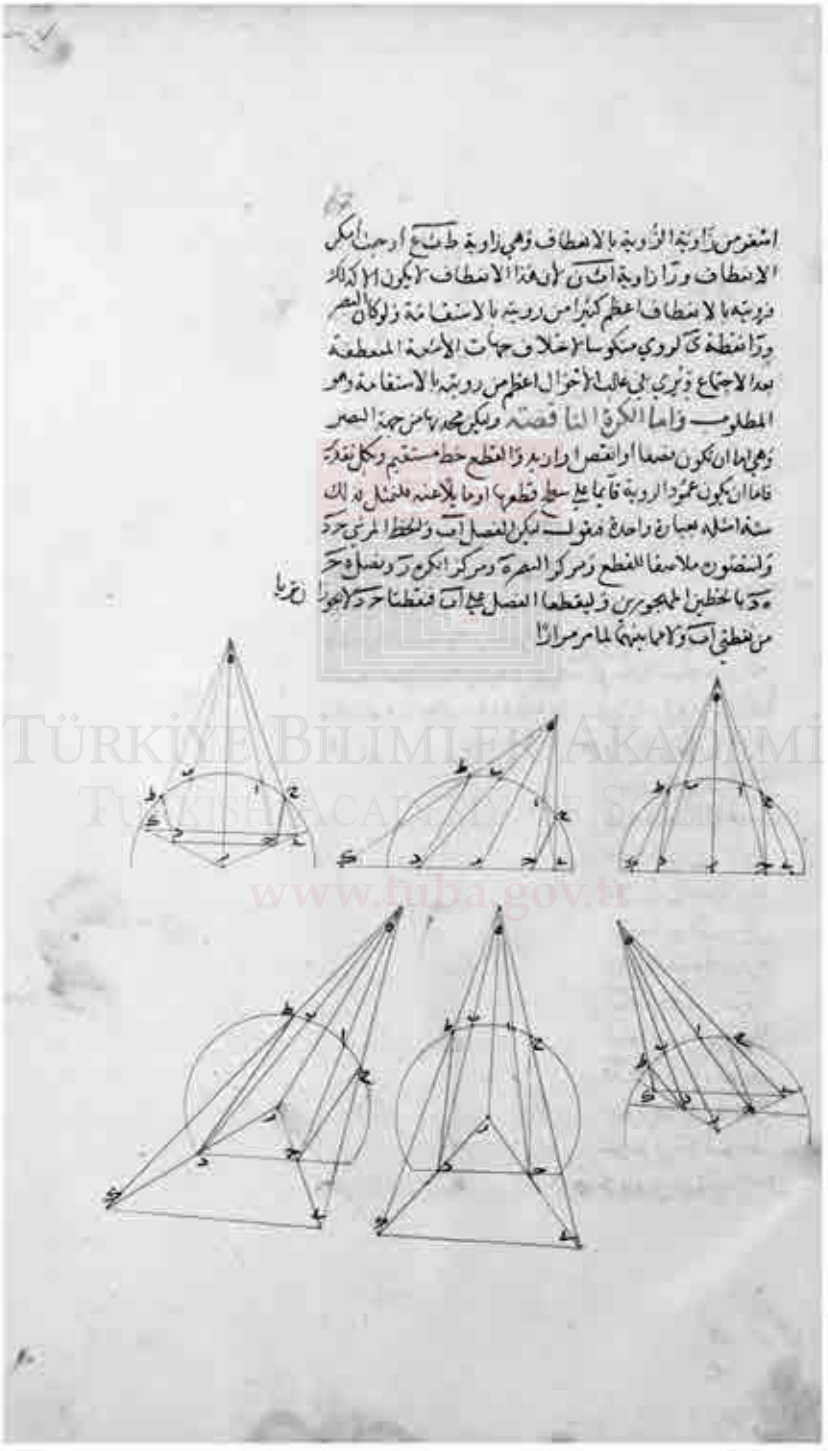




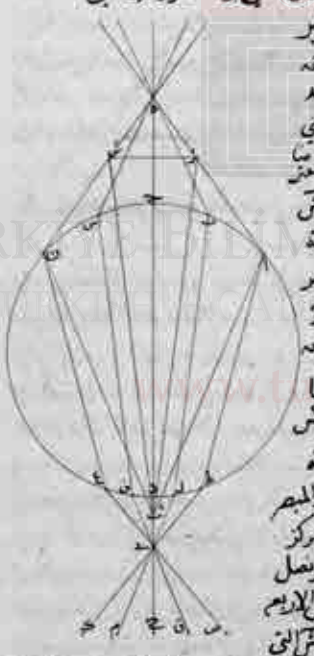




TÜRK DİL VE EDEBİYATI AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tdk.gov.tr

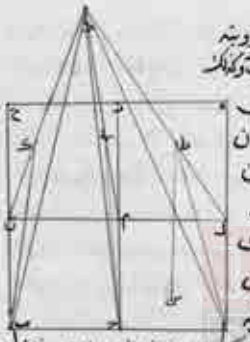


TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
www.tuba.gov.tr



TÜRK TARİH KURUMU AKADEMİSİ
TURKISH HISTORY ACADEMY
www.tuhaa.gov.tr





ان بالانطاف اعظم من زاوية روبته
بالاستقامة زهي زاوية ادف وكذلك
يكون الحال في تفصيل الخط اعني
حتى لكل حرف كل على حدته والبيان
والحكم واحد بقبل هذا البرهان
وذلك ما ادعيناه ٥
ثم نقول اذا تقرر ذلك
فهي المائل والمنحرف المعترض
الحكم كذلك ما لم يبلغ احد طرفيه
الى مماسة سطح المخالف واما ان كان ذلك في مخالف الطف فنقول
الاحكام كلها بعكس ما ثبت في الالطف ولا يخفى ذلك عند رسم الاشكال
على الاسلوب القانوني مراعاة للمطابقة لفرض السؤال وقد تقدم
غناؤنا عن التطويل بتفصيل احوالها ولا يخفى على اشرف بصيرته
بور التحقيق كيف يقام البرهان على احكامها في سائر هذه الاخلاق
بالقياس على امثالها المتقدمة والله ولي التوفيق واما
الكلام على هذه الاغلاط في اكران المصمتة
فنقول فيه المخالف الكري اما ان يكون اغلظ او الطف وعلى
الاول اما ان يكون كرة تامة او قطعة كرة فهي التامة نقول ان الضوء
يسري في جميع سطحها لا بالاستقامة ولا بالانطاف كما يسري في سطوح
السطح بل له سربان محصوران على وضع محصورين من الخط المرئي من وراءها
يرى اعظم مما هو عليه بكثير ويرى تارة منتصبا وتارة منكوسا فليكن
لبيانه اولا الاعتبار بالضوء وهو ان ناخذ كرة بلورية مصمتة
مجسمة الكرية مالعة في الجلاء ونضعها في مقابلة الشمس على سطح مستو
فيستضيء بما واجه الشمس منها نحو النصف ويكون النافذ من الجهة
الاخرى اقل من النصف بكثير واقعا على رقعة السطح ضوءها
اقوى من ضوء الشمس الواقع على ذلك السطح من خارج الكرة فاذا
باعدناها قليلا قليلا صغرت رقعة الضوء واشتد الضوء وزاد قوة



Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tubitak.gov.tr

على نقطة حيال ح وهي م ونقول لا يكون نقطة ر حيال لان مركز
البصر على العمود الواصل ابصارا بهذا القياس يكون مقاطعة الخط
المحور الذي لنقطة ح على ن من الفصل ونكون نقطة الاسطقف
لها س ونقطة حيالها ع ويكون المقاطعة المحور لنقطة د نقطة
س ونقطة الاسطقف ق والحيال ق فبالاحيال يرى خط حد
بالاسطقف من زاوية ق م اصغرها يرى بالاستقامة من زاوية
د ح وبالتفصيل روية خط ر ح وخط ر ح وخط ر د كذلك



وخط ح د يكون كذلك ايضا فان اسطقفه د ق التي تنقص
روية خط د ع اعظم من اسطقفه ح س ع التي تنتهي في رويته
زيادة فنقصه بفضلها واقع فرويته بالاسطقف بزاوية ق د ع
اصغر من رويته بالاستقامة بزاوية د ح وانما يرى الغرب بعيدا
لبعد حياله فما له حيال فعند نقطة الاحيال لها يكون روية النقطة
عينها وفي موضعها ولا يكون بعيدا فيتبع روية نظر الحيال
مكسرا وان كان طرف الخط المرئي مما يسطح المخالف كان فيه
نقطتان مرئيتان عينها وفي موضعها فيكون فيه احكاران كما مر
في المخالف الاغلظ وبقياس اسطقف هذا الشكل مع ملاحظة
اختلافات اشكال الاغلظ لا يخفى للمتصور والمتصور فلا نطيل به
والاحكام عكس تلك الاحكام فاذا كان هناك مرئيا بالاسطقف اعظم

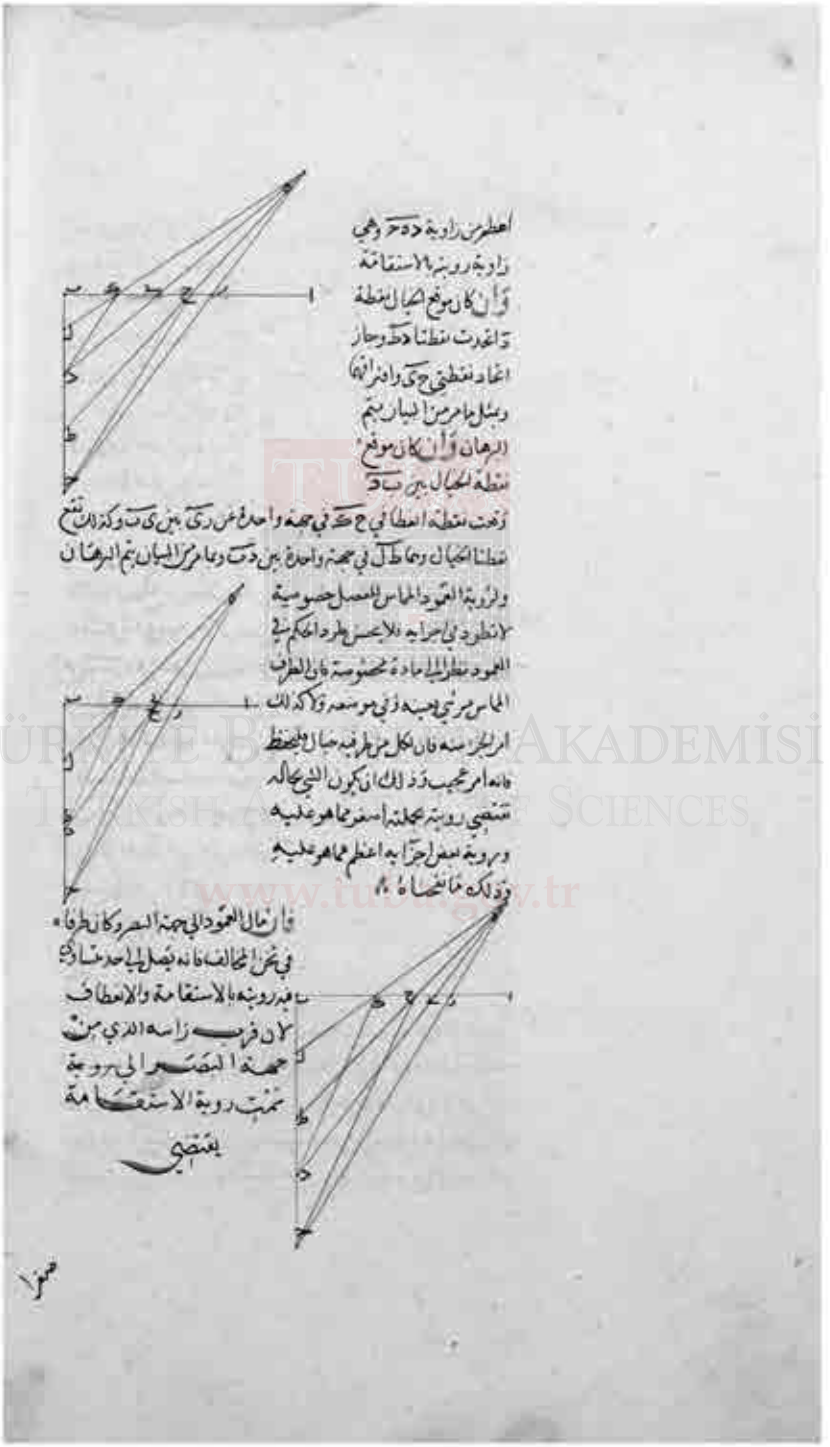
يكون

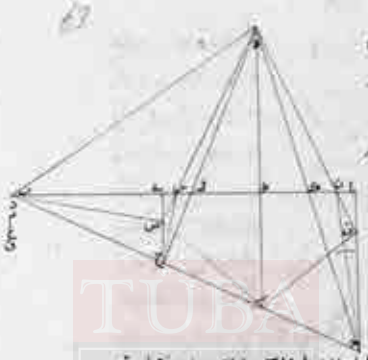


سعد ابي الزاوية التي كانت تقتضي النظر فصل ط خط المساواة ولم
تعرض لي تحديد ذلك تبعا لمن تقدمنا من اصحاب المطولات لانه
عناء الى مقدمات كثيرة من ضبط الزوايا العطفية والانطافية
وحصر محل مركز البصر عن العود القائم منه على الفصل وحصر طول
المرئي وبعد كل من طرفيه من محل معلوم من الفصل وليس ذلك طائل
سوى التطويل فاستسلم عهدا مرا من الاغلاط بعد بل المراد تقليل
تلك الامور التي تزيغ عامة البصر في المخالف على خلاف ما تشعر به
رؤية الاستقامة ثم انه بزيادة ميله يزداد نفاره الى ان يصير
على مسامته خط الانطاف لنقطة ح فلا يرى بالانطاف لكنه
امتداد اصلا الى ان يتجاوز الخط المهجور لانه فيما بين المهجور
ونقطة الانطاف تتعدم رويته بالمرة لعدم المقتضي فاذا تجاوز
عن ذلك امكنت رويته وحصل في عموم نافذ مساء في المآل والله
تعالى هو الهادي للصواب

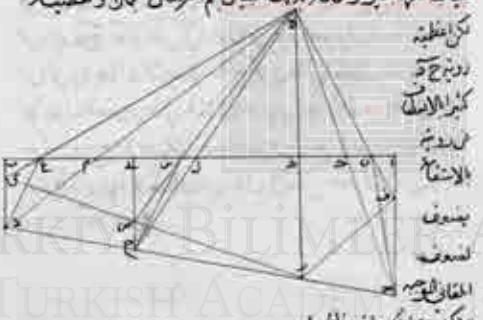
ثم لنشرع في تقرير هذه المواد في المخالف الانطف

فنقول في بيان تلك الاختلافات التي للمرئي الموازي للفصل
الانطاف كما انه في الجميع يرى المقدار المرئي بالانطاف اصغر
من رويته بالاستقامة ويرى القريب بعيدا والجالس منكبا
ولنكمل لبيان ذلك فصل الانطاف آ ب والمرئي في المخالف الانطف
خط ح د ومركز البصر ه والعين على الخط المرئي بنطق ح كي
انفق ونخرج من نقطة ح عمودا على ح د في جهته ولبلق الفصل
على آ وس ز عليه في جهة الفصل خطا بلقاه على ط ويمده ولنكن
عوده الى مركز البصر وس ح عليه ايضا عمودا نافذا في جهته
ولبلق الفصل على ج والعمود الرابع د ك نافذ في جهة د ويصل
ح ب بالخط المهجور ولينقطع الفصل على ك ونقول لا تقع نقطة
الانطاف على ك والا لكان مرئيا بالاستقامة وايضا بين ل ك
والا لكان المخالف انطف وهو خلاف المفروض فبقي ان تقع فيما بين
ك ط ولنكن على آ ن ونصل ه ن ونمده الى العمود الخارج بلقاه



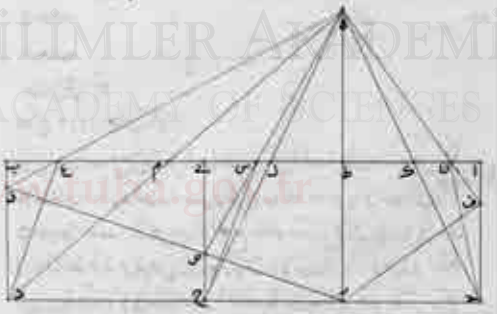


اصغر من زاويته بالاستقامة من
زاوية ب ه ح ثم لتكن
لكن نقطة د على ب ح وحركة
ح متباعدة من الفصل بحيث
ح د تعود على ا ب مع انحدار نقطتي
د ب ثم نقول ان العمود الذي
بالانطفاء اصغر من زويته
بالاستقامة فليكن لياته ا ب
فصل الانطفاء وحرف العمود
وه مركز البصر فصل ه ح فيقاطع الفصل ب ا ز ونفرض ان نقطة
الانطفاء بقع بين ب ز ولتكن ط فصل ه ح وبعده الى العمود المرئي
زبلغه على ح ذي خيال ح ثم نصل ه ط ونقول لزاوية رويته حرف بالانطفاء
هي ب ه د وهي اصغر من رويته بالاستقامة من زاوية ب ه ح وهو المدعى
فان لم يتصل العمود بالفصل ونقول
انه يرى بالانطفاء اعظم مما يرى
بالاستقامة فصله به وفي الشكل
بعينه ولكن العمود ح د وهو المرئي
فيما الحر وهو ط يجوز ونوقعه على د
وفيما بينها وبين ح كما في المثال وبين
قد كل ذلك بحسب طوله وقصره
مع بسنة عظم انطفائه ايعد نقطتي
طرفيه وصغرها من الفصل الى بسنة
اعظم انطفائه اقربها وصغرها هي التي في هذا المثال نصل ه د بالخط
المجوز ولينقطع الفصل على ك ولتكن نقطة الانطفاء لنقطة د نقطة
ك ونصل ه ك وبعده الى جبال ل ونصل ك د ونقول لا يجوز ان
انطفائه ط ح حتى انتصبت نقصا اصغر من انطفائه ل ك د التي
انتصبت زيادة فزاوية ه ط اعني زاوية رويته حرف بالانطفاء



62

الجبال ع د ص ق وتعود اجمالا خط ح د يري بالانعطاف من زاوية
ق ه ق اعظم من رويته بالاستقامة مقدار ذلك المخالف من زاوية ح ه د
والمتصل يري خط ح ر من زاوية ق ه ر بالانعطاف اعظم مما يري
من زاوية ح ه ر بالاستقامة ومثله رويه خط ر ح ولما كانت انعطافه
من ر ح التي اقتضت تقصانا في رويه خط ح د بالانعطاف اكثر من
انعطافه في ع د التي اقتضت فيه زيادة كان مريا بالانعطاف
من زاوية ق ه ص اعظم من رويته بالاستقامة من زاوية د ه ح
وايضا لما كان قطر جبال ص ق مثلا عن وضع ح د وما بين
عمودي ح ب د ص ق اطول من ع د فهو يوتر زاوية اعظم
من التي يوترها الا قصر حصوصا مع كون ساقي المثلث الذي يوتره
الاطول اقصر من ساقي المثلث الذي يوتره الاقصر وخصوصا
مع كون وضع الاقصر من مثلثه اميل من وضع الاطول من مثلثه
فخط ح د يري بالانعطاف من مثلث ق ه ص اعظم كثيرا من رويته

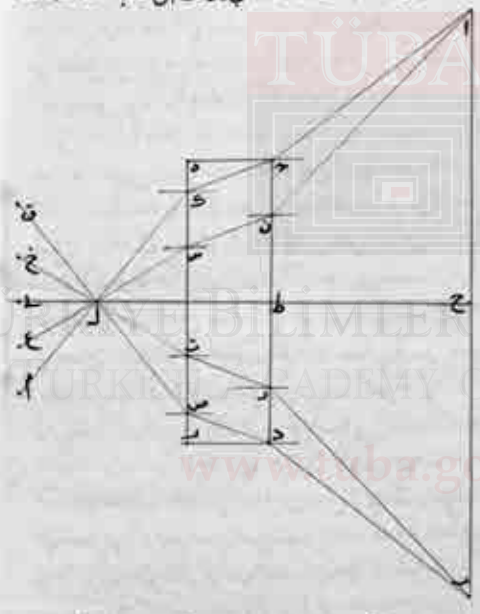


بالاستقامة من مثلث د ه ح وذلك ما حصلناه ◦ واما رويته البعيد
قريبا فلان موقع الجبال من العمود اقرب الى الفصل من نفس المرئي
فان تجلل فعلى قدر كان يتعين ان يري بالانعطاف او حيث قلنا القريب
جبالة لا ذاته وقد تقدم ثبوت الضعف في رويه الانعطاف ذاته
يزداد بعظم زاوية الانعطاف ربما اجري حيث يكون كذلك كما في موضع السوال آ

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr







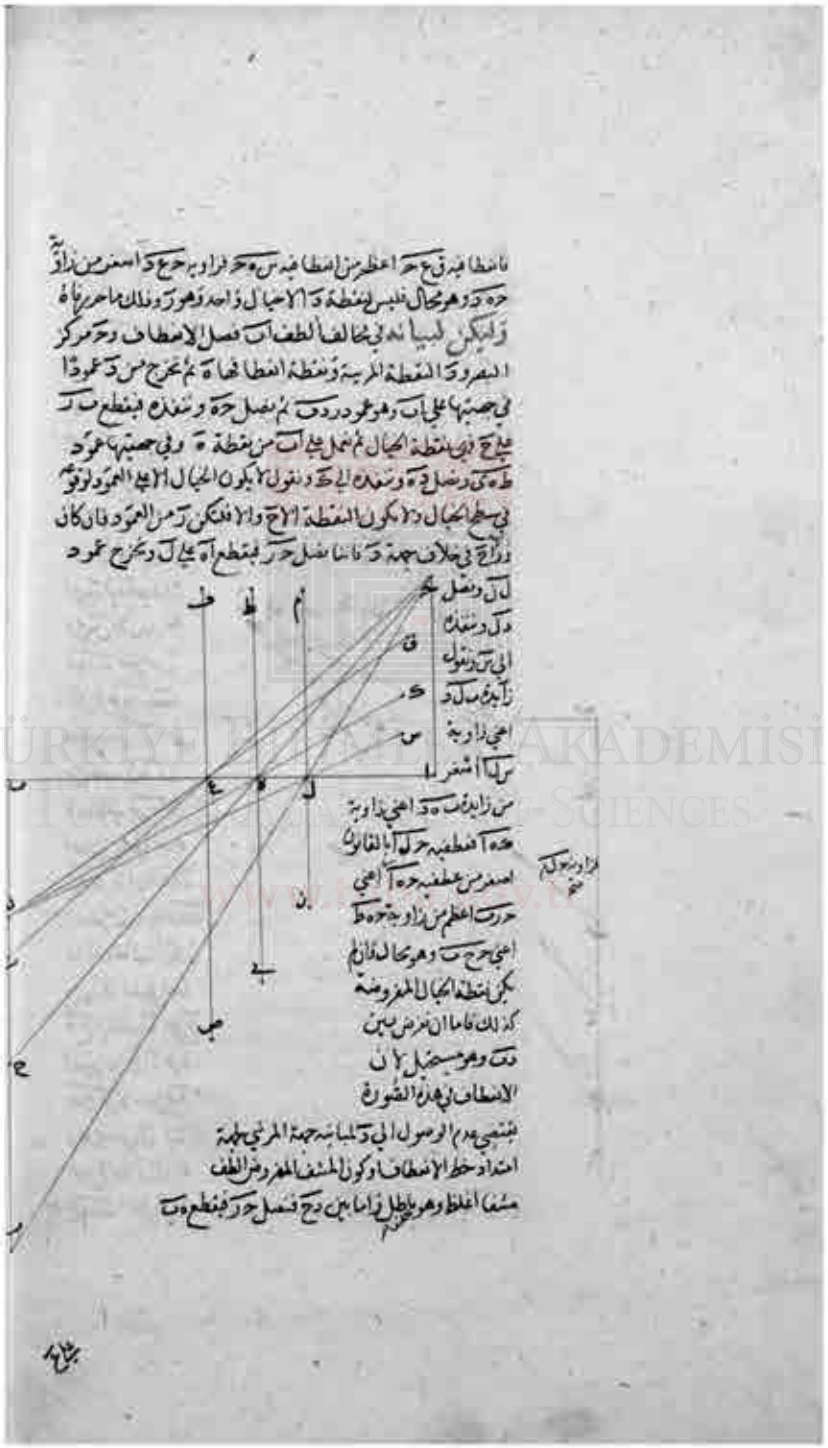
TÜBA
TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr



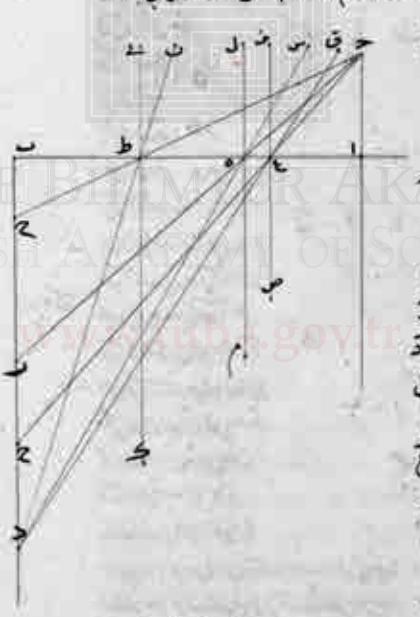


TÜRK TARİH KURUMU AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tarihkurumu.gov.tr



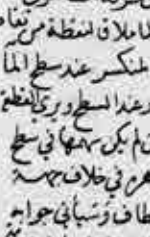


TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr



وان لم تكن النقطة المرتبة على ذلك الحد ولا يدركها البصر الا باستقامة
بل الا انعطاف ويكون لها ايضا حال واحد فليكن لبيان ذلك بخلاف
انعطاف الفصل ح مركز البصر والنقطة المرتبة د فلا يدركها البصر
الا باستقامة لان الخط الواصل بين حد ليس عمودا على آب فليدرك بين
منقلة انعطافه فنخرج من د على آب عمود دت ثم نصل حت ونمده في
جهة ه فيقطع عمود دت على ر وهي الحال ونقول لا يكون الحال الا على عمود
دت لانه في سطح الحال بالفاروض ولا يكون الا نقطة ر والا فليكن ح فان
كان بين ت ر فنصل حح فيقطع ه ت على ط فنخرج منها عمود ي ط
فاذا في الجملة بين ي على ه عمود ل ه م كذلك ثم نصل ط ونمده في جهة ط
الى ك ثم ده ونمده
الى س فلان زاوية
ه دت اعظم من
زاوية ط دت
فقطعة س ل اعظم
من قطعة ن ط ي
فانطاقه س ه ح
اعظم من انطاقه ن ط ح
فزاوية ح ه د
اصغر من زاوية ح ط د
وذلك محال فان كان
بين ر د نصل ايضا
ح ح فيقطع آه على ع
ونقيم منها على آه عمود
ع ص ونصل ع
ونخرجه الى ق في
جهة ع فلان زاوية
ع دت اعظم من زاوية ه دت فقطعة ق ع ف اعظم من قطعة س ل

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr



TÜRK TARİH KURUMU AKADEMİSİ
ARCHIVE OF THE TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tarihkurumu.gov.tr



سمت الجبان فيتعوق ما يكن احساسه فانه لا يكن في جميع القوس كما لا يخفى

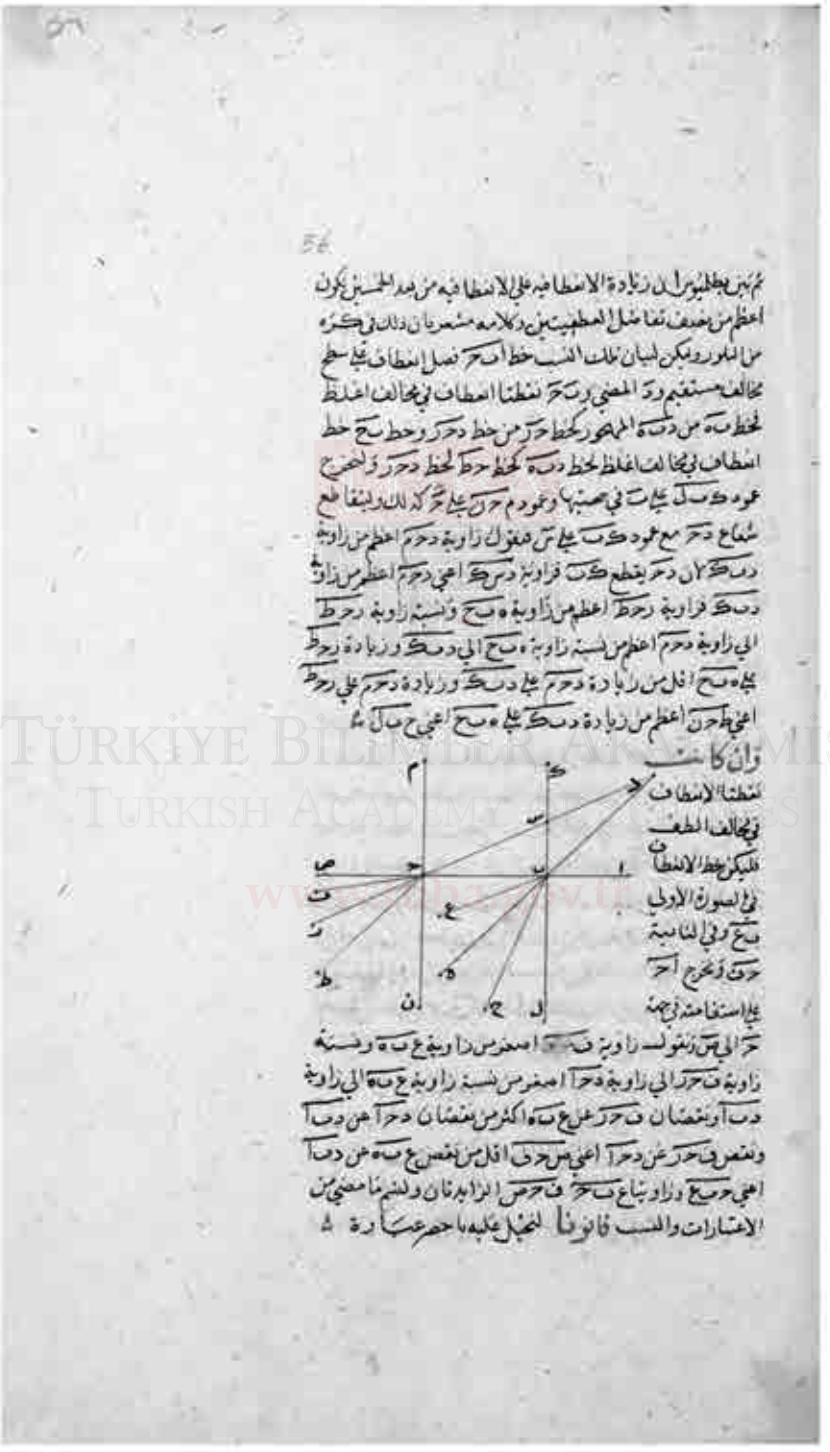
الفصل الخامس في الكلام على الخيال

وبيان مواقعه الخيال صورة المبصر المدرك بحاسة البصر من وراء جسم مخالف اذا لم يكن الخط الواصل بين المبصر والبصر عمودا على سطح المخالف وفي ذلك ست مسائل آ لا ترى صورة من الصور المرئية بالانعطاف بعينها ذا خالها المرئي بخيالها وبطل الرائي انه ادرك المرئي بالاستقامة والاحسن بالانعطاف دائما فهو يدركه في غير موضعه اعتباره ان وضع حسما ثقيلا في ماء قائم الحروف وتباعد عنه الى ان يختفي عنا ما حد ذلك الحروف ثم ناظر من يحب فيراه آ صاعدا الى ان يبلغ فعند استقرار الماء من التموج يراه بعدان لم يكن مرتيا ويرى الصورة كما لو رفعه الى موضع الخيال نقطة الخيال هي موضع الخط المحور من العمود الواقع على الفصل متصلا بالنقطة المرئية ب في بيان المحل الذي يكن الانعطاف منه ليكن خط آت فصلا ونقيم عليه من ت عمودا في نحو المخالف وليكن اعلاه النقطة المرئية منه د حـ مركز البصر وليكن غير واقع على سمت استقامة العمود ونصل حد فيقطع الفصل على ه فنقول لو كان البصر على العمود او سمته لادرك حـ بالاستقامة لكنه مال عنه الى جهة آ فنقطة الانعطاف بين ه ت فنفرضها على ز ولا يجوز كونها نقطة ه ولا نقطة ت بالقانون ولا ما وراء ت بالاولى فنصل دز ونعذه الى العمود على ح فهي خيال نقطة د ونصل زحـ فهو خط الانعطاف ثم ليكن المخالف الطف ونقول ان كان مركز البصر على سمت العمود رؤيت نقطة حـ بالاستقامة وان مال كهذه الصورة لم يكن محل نقطة الانعطاف بين ه ت ولا نقطة ه بالقانون وليكن على ط بين آه ونصل دط ونعذه الى العمود فيقطعه على

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tubitak.gov.tr



واما معرفة مقادير زوايا الانعطاف لعطفياتها
فطريقه بالمآل بعد تهيئة الخيط وما دون ما يكون من الاقسام واقامة الاعمدة
عليها على المنطقة وتحرير ذلك التحرير السابق ان رصد الشمس عند ارتفاعها
من الافق وصير ورقة الارتفاع خمسة درج او عشرة او نحو ذلك وهي واحدة
في المآل فسر وعليها المذكور الى ان يطبق سمت الخمسة على سطح المآل ويخط
الصور من نحو طرفتين حاذيتين فايهما وقع راس المحصل المعين لمركز نقب
الحدقة من اقسام وسط المنطقة من الدرج واجزائها فهو قوس الانعطاف
ثم نعمل كذلك بالارتفاعات المتفاصلة خمسة خمسة الى غاية الارتفاع
المذكور في قطر الشمس بحسب ما سهل ذلك وسابر اجزاء قوس الارتفاع
فنعمل جدولا واثبت في عداده الطوالع العطفيات متفاصلة خمسة
او ثلاثة او واحدة حسبما وقع في رصد ذلك وانى جانب كل مقدار
قوس زاوية انعطافه فيحصل بذلك المقصود ولا يخفى رصد ذلك بالمنطقة
البلورية في الاغلاظ والالطف على نمط ما تقدم الاعتبار بالكرة
المخالف الاغلاظ وطريقه ان نعمل كرة من البلور قطرها قدر نصف
قطر الصفيحة ونقطعها بسطح مستو قطعا يمر بمركز الكرة بقوس
يساوي جيبها نصف قطر الثقب ونخط في سطح دائرة القطع قطرا
مواز لبعد السطح بحيث ان سطح القطع اذا انصق على سطح الصفيحة
روى القطر واحكم تطبيقه على اي سمت اردناه بشرط ان يكون طرفه
قريبا من مركز الصفيحة قريبا بحيث يكون طرف قطر الكرة الموازي
له منطبقا على مركز سطح الجاسم فبكل الاعتبار على وجه التحرير
ثم فطبق القطر على سمت ما ولصق القطعة من طرفها بالشمع واعتبرها
بشعاع الشمس بشرطه المتقدم ثم تلقى الشعاع من محل نفوذه من
القطعة من صفيحة مشبهة بالمنطقة بها عمود وخط كخط وسط المنطقة
ويكون حرفها ملاقيا لسطح الصفيحة حال لقي الشعاع وتحركها على
سطح الصفيحة في ملاصقة محيط الكرة الى ان يقع مركز الضوء اي ظل
راس المحصل على التقاطع وحينئذ فايهما وقع العمود من الصفيحة على الثقب
فعدده من محيط قوس الانعطاف والا زال نفعل مثل ذلك بسمت بعد

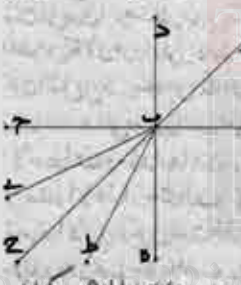


TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tubav.gov.tr



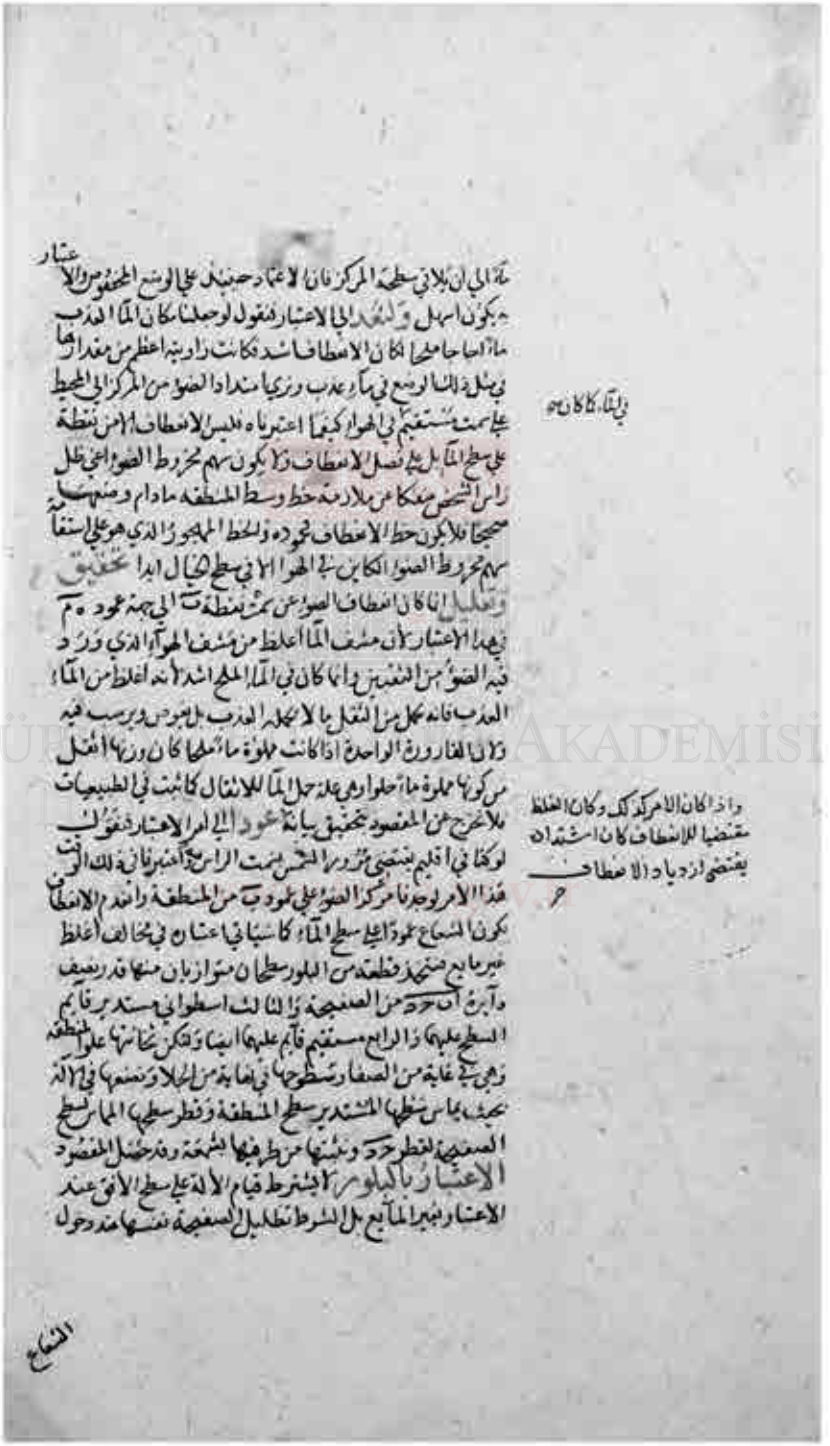
الفصل الرابع في بيان نسب زوايا الانعطاف

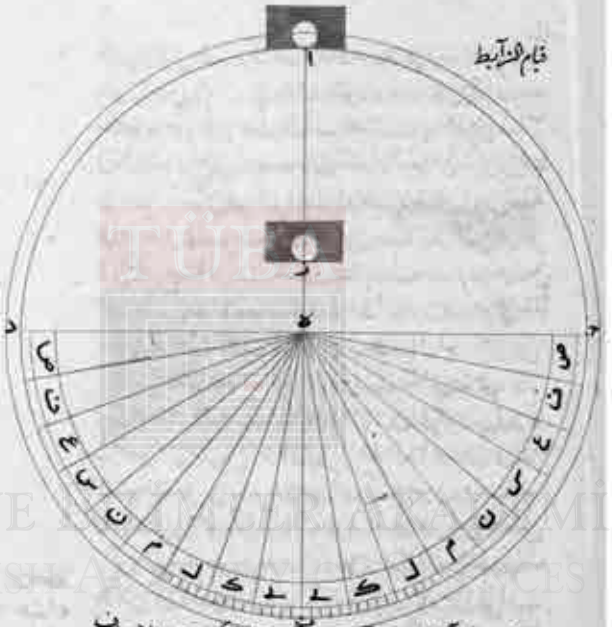




TÜRK TARİH KURUMU AKADEMİSİ
Turkish Historical Society
www.ttk.gov.tr

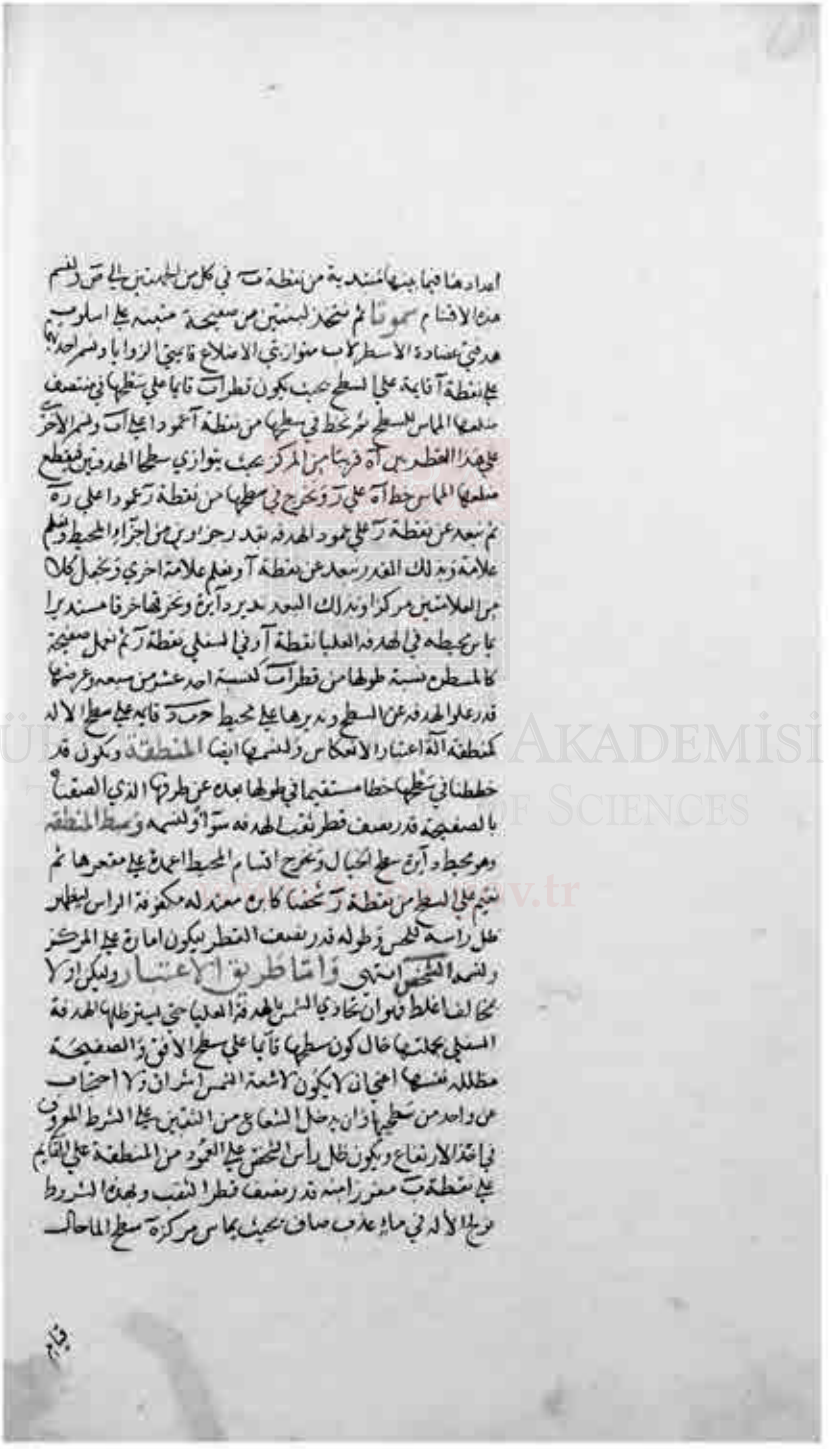


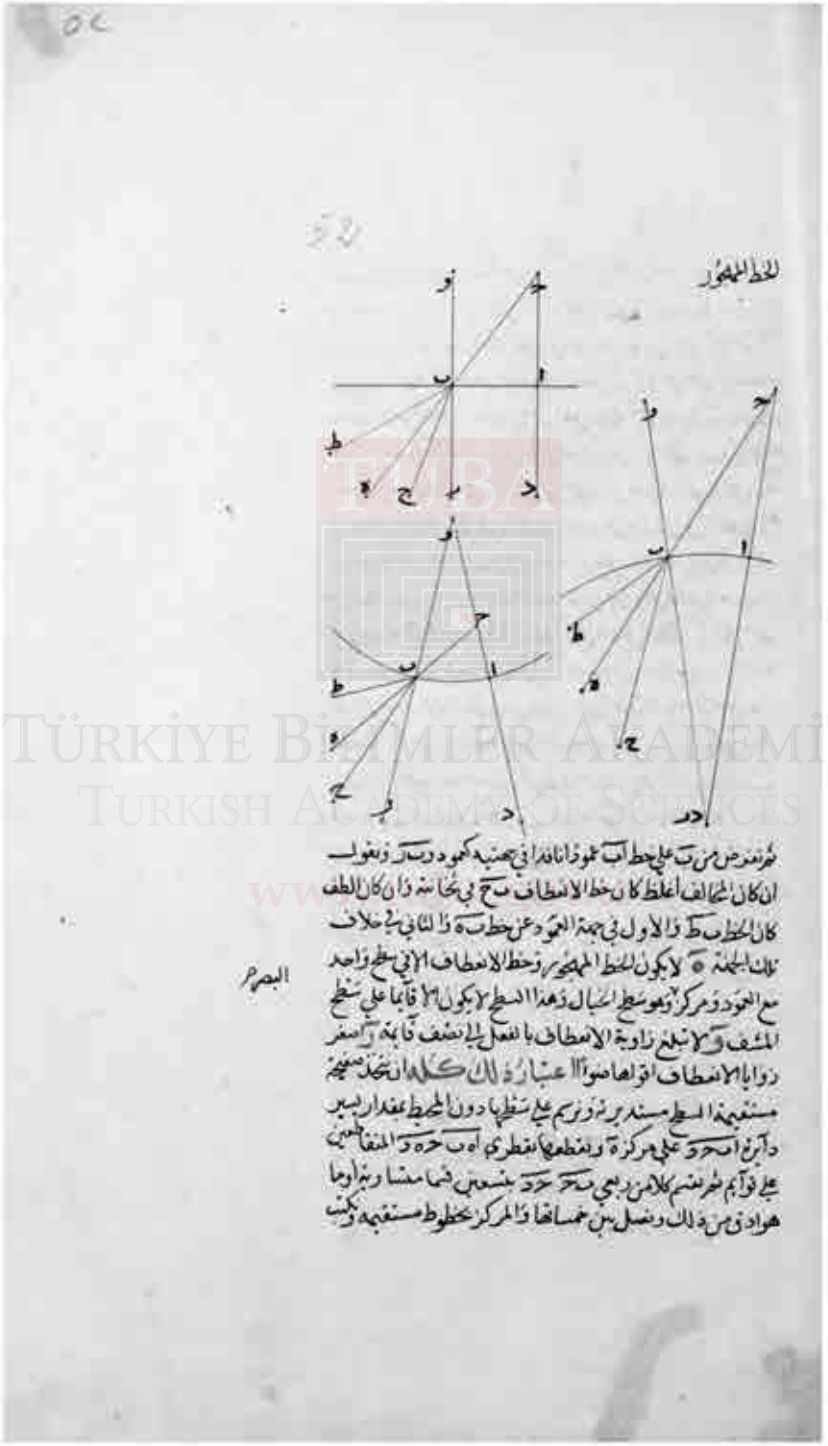




فان كان سطح الماء على سمت ن من ربع ت د مثلا فيكون عمود الاسطاب
على سمت م من ربع حرب فيري الضواحي البنا فذه لك من سمت
استقامة وت الى سمت آخر مستقيم كابن بما بين ب وعمود م ويكون
على سمت ه قوس ه هي نوس الاسطاب وكلما كانت الزاوية الواقعة
بين العمود ونصف قطره ت اعظم كانت زاوية الاسطاب اعظم
في المخالف الاغلظ وعكسه في الالطف والاعني انا لو جعلنا في فضاء الله
محورا اسطوانيا مستديرا ثابتا مارز اجيب يكون سهم اسطوانة
واقعا على المركز وركبناه في مغنب كابن في سطح صندل اسطوانية مربعة
وكان ط قائما من اسطوانة مستديرة كالمحور ودوسعناه في ثقب مستدير
في قاع الصندل بحيث يدور فيه ولا يمنع عن القيام على سطح الافق كما
الا ان يكون ادارتها على محورها المركب في سطح الصفاة وملانا الحوض

عضلة ع





ثم نعرض من ب على خط اب عمودا نافذا في جهتيه كعمود دب ونقول ان كان المخالف اغلظ كان خط الانعطاف ح ب في غاية ان كان الطف كان الخط ط ز الاول في جهة العمود عن خط ه ز الثاني في خلاف تلك الجهة ٥ لا يكون الخط المهجور وخط الانعطاف الا في سطح واحد مع العمود ومركز وهو سطح الحال وهذا السطح لا يكون الا قائما على سطح المثف ولا تبلغ زاوية الانعطاف بالفعل الى نصف قائمة واصغر زوايا الانعطاف اقلها صوا اعتبار ذلك كله ان نتخذ صفحة مستقيمة السطح مسندة ونرسم على سطحها دون المحيط بمقدار ربع دائرة ا ح ونقسم على مركزة ونقطها بقطوع اه ب حه د المتقاطعين على قوائم ثم نقسم كلا من ربعي ح ح ح د بتسعين قسما متساوية او ما هو ادنى من ذلك ونصل بين اقسامها والمركز بخطوط مستقيمة ونكتب

البصريات



الفصل الثاني في كيفية الانعطاف







كان الامر بعد وضوحا واذا كان مستطيلا مستقيما ظهر الانقلاب
وان كان منحنيا ظهر التكسر وفي بقية المقالات يقع فيها
ما يقع في سائر المرآيا كما تقدم لكن يختص بمقالتي الحس والنفع
ان بعض الاشخاص الذي يشبهه عظم الصورة وزيادة تخوص
صورة الوجه واحد بداية فانه في الوضع الذي يقتضي رؤية
الوجه صغيرا والحدب قريبا من السطح ربما يتخيل منه
صورته رؤية الانعكاس وعكسه وقد يكون المستقيم صغير
الوجه في الوضع الذي يرى منه الذي اعظم مما هو عليه فيتخيل
ذلك واغلاط هذه المرآة لا تنحصر بالامثلة فلنقتصر منها
على ذلك

الفصل الخامس في اغلاط المرايا الاسطوانية والمخروطية الطبيعية

هاتان المرآتان قد يقع في بعض اوضاعهما
ما يقع في الكرية المقعرة من العظم والمساواة وتفارقها المرئي
والانقلاب الجهة والتكسر اوضاعا مطلقا وكذا الوضعيان الطبيعيان
لكن في جهتين متقابلتين في جهتي القوائم الاسطوانة والمخروط لا
في جهتي طولها ويزيد ان عليها بامتداد الصور في الاسطوانية
وذلك قد يوجب رؤية المستطيل مستديرا كما مر في المحدبتين
نظيرتيهما وفي المخروطية يكون ذلك مع اضافة ازدواج في الصورة

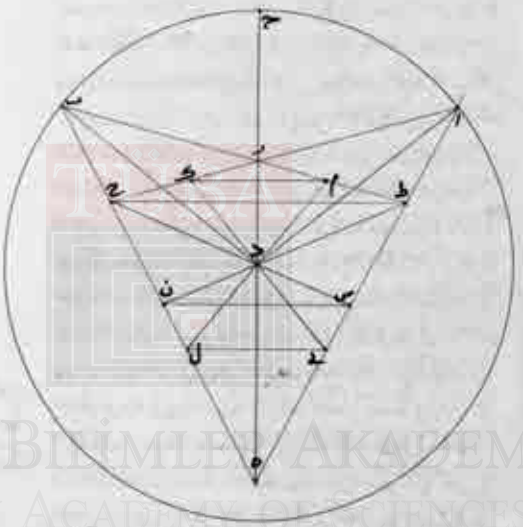
ويقع ملك ذلك ايضا واما جيب رؤية الاشكال فيها
كتربيع حد انكسار اتقدم في الكرية المقعرة وزيادة
ولا يخفى ذلك على المتأمل والله اعلم

المرصد الثالث في رؤية الاشباح

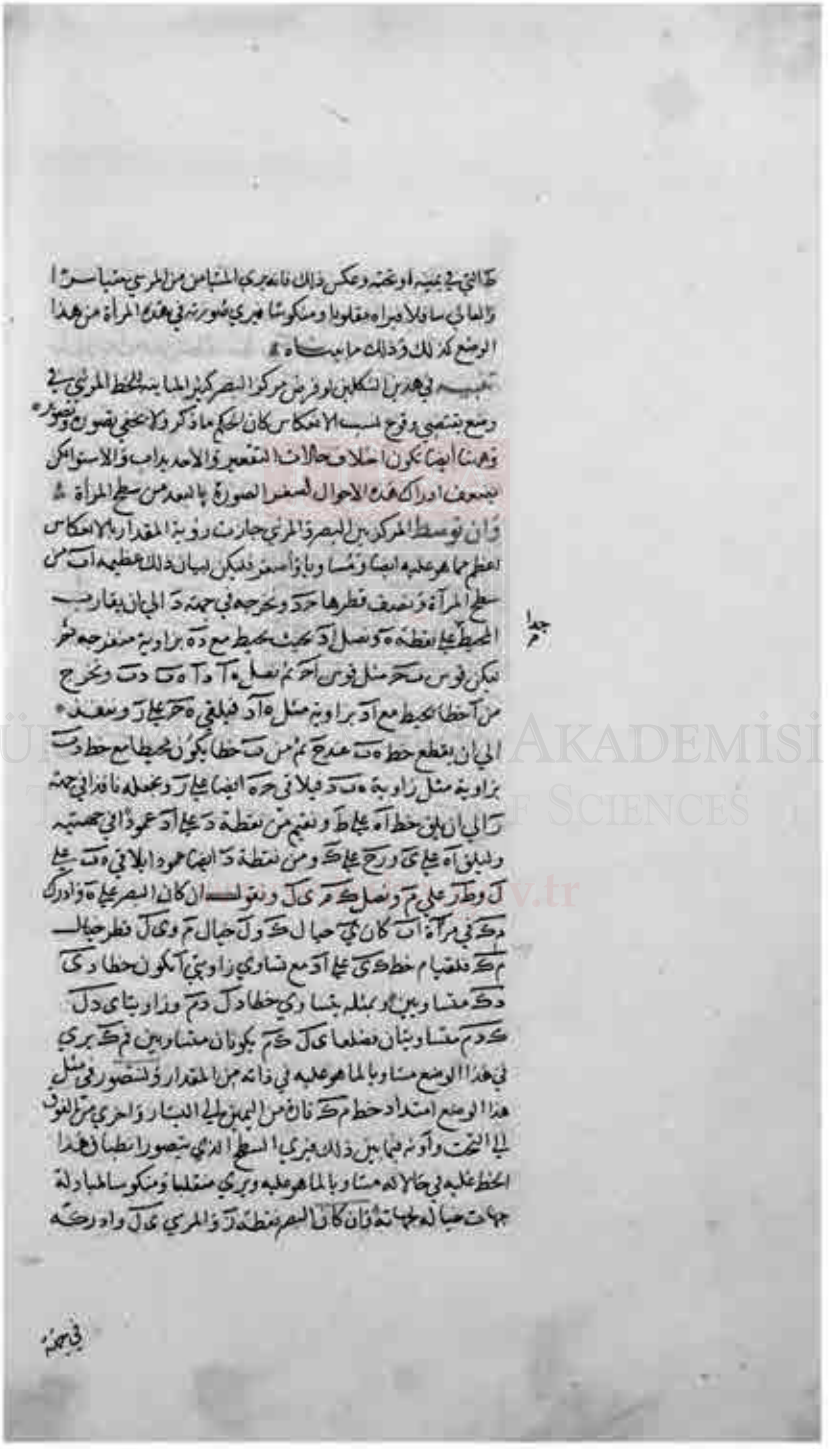
وهي رؤية الاشياء على سمت غير مستقيم بملاحظة جسم شفاف
غير الشفاف الذي ابصر كائنا فيه وذلك اما لمكاسر
الاسوا الواقعة على مشف من احد سطحيه لا تعتد من السطح
الاخر المقابل له بحالته بل يشاهدها نازلة من محل يخصوص
ووضع خاص ويرى لصقة ذلك الجسم المشف طالعا كونه مختلفا في
المائية كقطعة البلور كرية كانت او مكعبة وكقارورة الزجاج
الرقيقة الملوءة ماء صافيا فلزم البحث عن تعليل ذلك وايضاح
اسبابه في ضمن فصول خمسة الفصل الاول في خواص هذه الاجسام

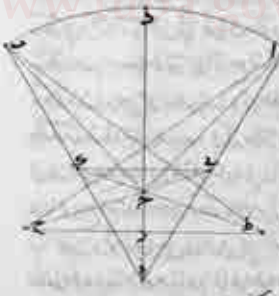


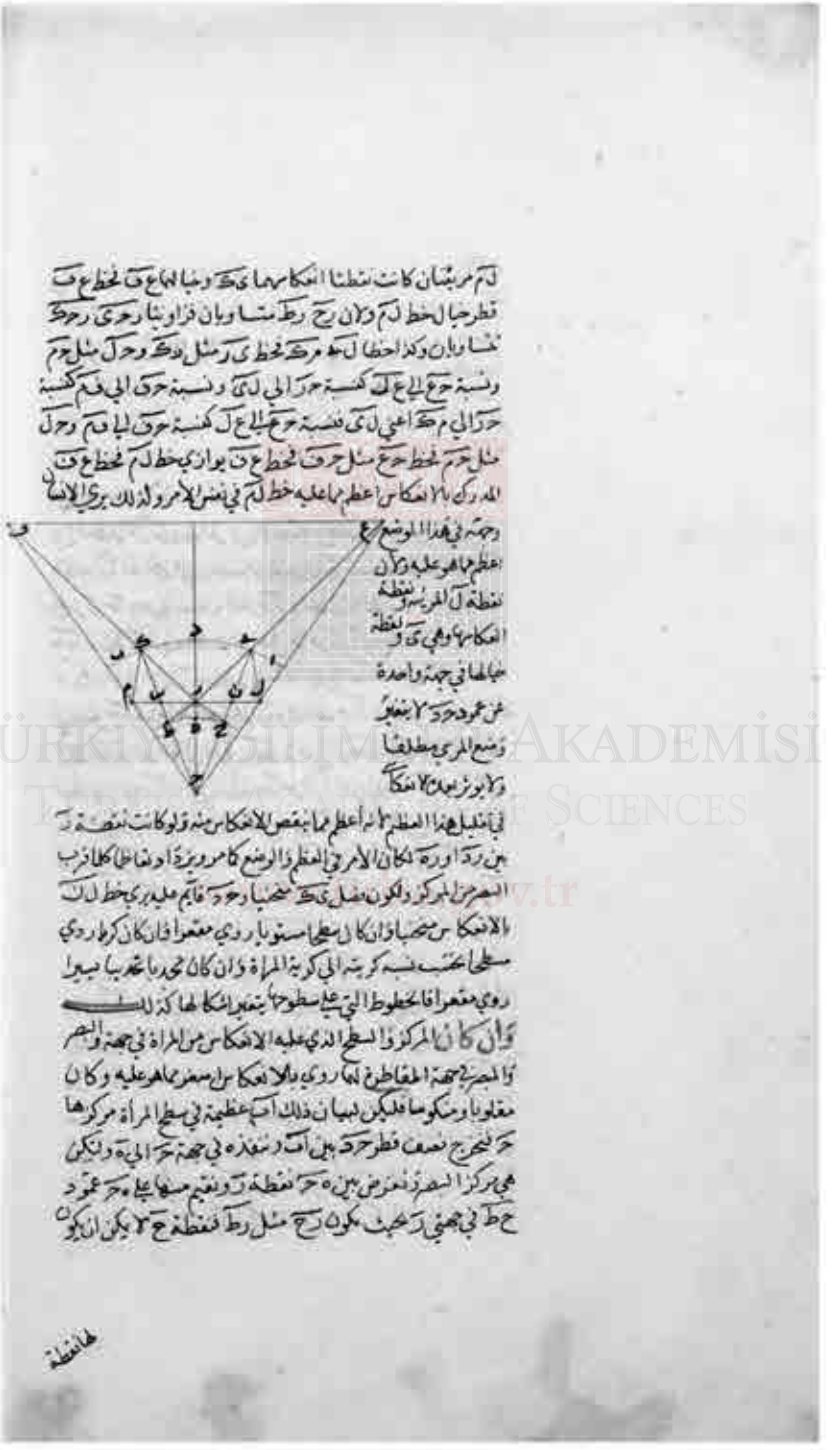
وبهذا الاعتبار لا يخفى انه يجوز رؤية المخروط اسطوانة ومخروطا على عكس ما تقتضيه رؤية الاعكاس في المسطحة ح



TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tba.gov.tr







TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr



Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.



بالصغر في الخيالات وتغرق الضوء عن سطحها ٭

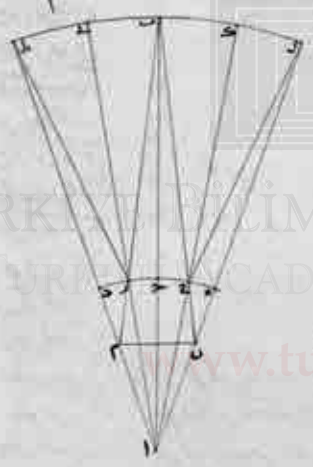
الفصل الثالث في غلاط المحدبين الاسطوانيه

والمخروطيه جميع الامور المتقدمة في المرآة الكرية المحدبة من الاغلاط تنفع ههنا فينفع زيادة على ذلك في الاسطوانية في مقالة الشكل وهو ان الكرة تري مستطيلة لان جهة استدارة محدبها يقتضي رؤيتها صغيرة بحسب جهة الاستدارة وجهة اسطوانيتها تقتضي الرؤية على ما هو عليه في جهة الاستقامة فيتركب من ذلك رؤية الكرة البسيطة الشكل على شكل مركب منها وهو الشكل الاهليلجي وبنا على ذلك ان الاهليلجي الشكل اذا جعل وضعه من الاسطوانة معترضا رؤي مستديرا تقريبيا من الاستدارة بشرط المناسبة بين قاعدة الاسطوانة ومسطحة الاهليلجيه كما ينفع في المخروطية في مقالة الشكل من الاترجا فتري الكرة هيئة المخروط وسائر الاشكال تخرج عن صورتها الى تلك الصورة ولذلك يخدع الزجاج اذا رد المرآة حابه وبسيبه الشكل يتعدد وضعها في آلة الارآة معترضة الجهة التي ترى الوجه مستطيلا حتى تتبين من ذلك ان ترى الوجه المستطيل مستديرا فيستحسن ذلك ويرغب في شرآبها به وهذا المعنى وضده من مقالتي الحسن والقبح ايضا ٭

الفصل الرابع في غلاط المرآة الكرية المقعرة

اغلاط هذه المرآة كثيرة جدا لوقوع اختلاف الاحوال العارضة في الاشكار المخصوص بها في مقالة الضوء اما اولا وبالذات فالاشكار يضعفه واما ثانيا وبالعرض فبعد المركز وبالقرب منه يكون الضوء المنعكس اشد اضاءة من اصله حتى انه يؤول الى الاحراق مالك اعتبار ان تقطع ضوء الاشكار بكيف تريد من سطحها كما مر فيكون الضوء الواقع عليه اصغر من حرم المرآة وفيه بعض قوة في الاضاءة ثم لا يصغر بتباعد ويقوى اضاءته بتصاغر الى ان ينطبق على المركز فيكون لا ٭





TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tubav.tr



TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tuba.gov.tr





كانت نقاط انعكاسها على سمت مستقيم نرى بالانعكاس خطا وفي ذلك
الوضع نرى بالاستقامة دائرة وان كانت في وضع يقتضي وقوع
خط الانعكاس على سطحها حال اعتراضه عليه ايضا ورئيت بالاستقامة
خطا وبالانعكاس دائرة ومتى لم يكن الاعتراض بان كانت في سطح حسال
واحد عملتها لم ترئ الا بالاستقامة والانعكاس الا خطا وان لم تكن كذلك
كانت شكلا خاليا ورئيتا استقامة وانعكاسا

د خروج الوضع متى كانت استقامة السطح حقيقية لم يوجب
خروج الوضع شيئا في المقالات خارجا عما مر من الاغلاط الانعكاسية
سوى ما يقتضيه وضع المرئي من المراة في البعد بين حرميها او
بعد ما عن المراة او بعد المراة عن كل منهما فان الوضع امر اضافي فيتغير
برتغير البعد ما فيه كما يتغير هيئة امر اخر وهو ان العود الذي يقتضي
وضع المراة منه الى روية او اسطه دون اسفله واعلاه فانه يرى
ممتدا على سطح المراة ولا يتوهم غائصا وسببه انتهاء روية بانتهاء
السطح ويسبق الى الوهم امتداده قياسا على ما الفه الناظر من امتداد
مثل ذلك العود على نهر او حوض او ما اشبه ذلك

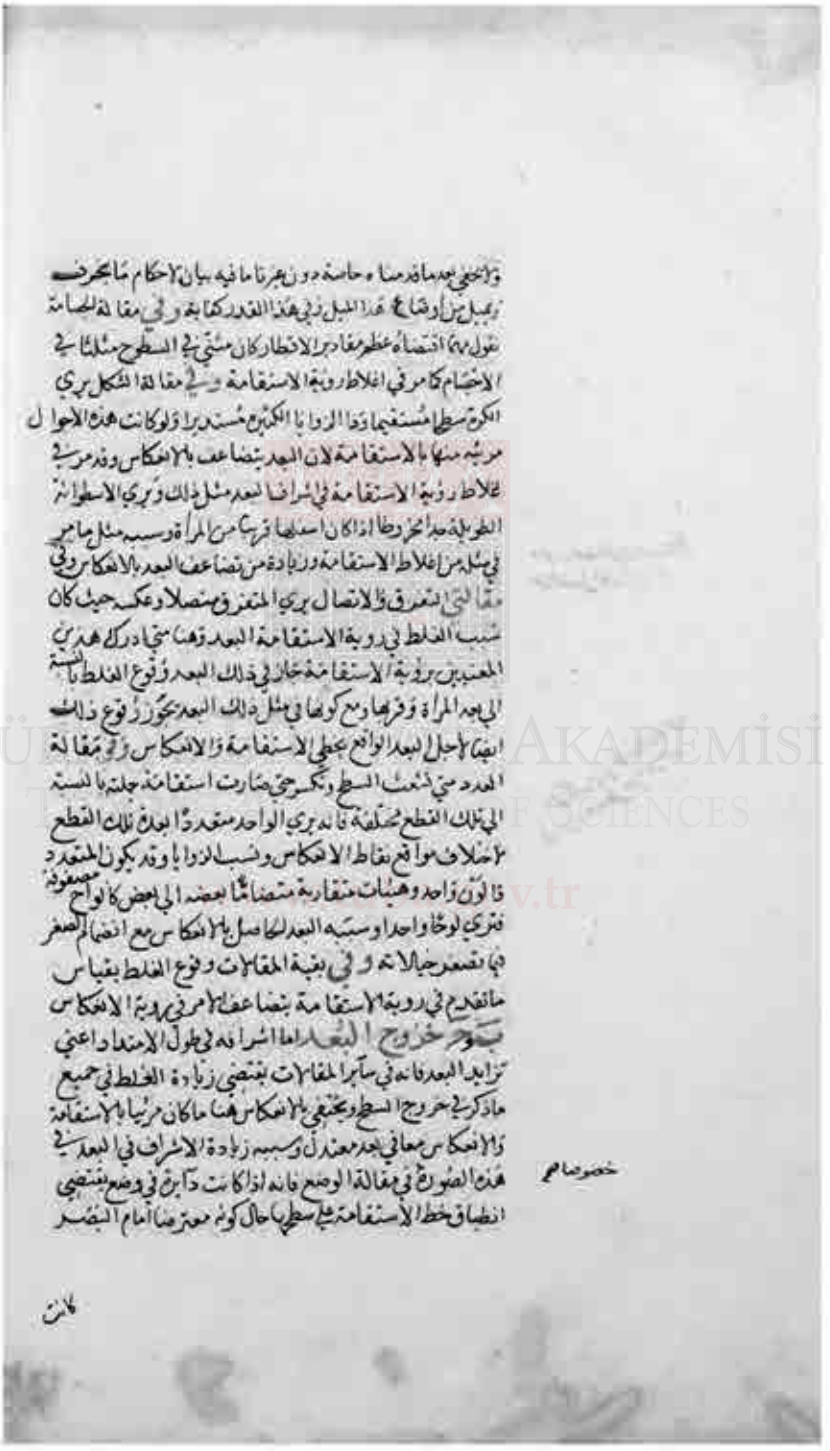
ه خروج الصور الما في جانب القوة فلا يقتضي الا وضوح المرئيات
بحسبه روية الانعكاس وفي جانب الضعف يقتضي زيادة وقوع
الاغلاط فان الصور يضعف بالانعكاس فكيف اذا كان الصور ضعيفا
ايضا وفي ما اذا كان وضع البصر على محال انعكاس ضوء يقتضي ذلك
العمى انبهار البصر وعجزه عن ادراك المرئيات على ما هي عليه

و خروج المقدار و خروج الغلط ليس لواحد منهما
خصوصية بمقتضى الغلط اللهم الا ان يكون المراد متعرفة معانيهما
المقدار الخارج متصلا فيقع الغلط حسب تعرضها ايضا وحسب
اختفاء بعض المعاني الذي فيه فيه التي يكون البعد المعتدل الذي للمقدار
مغايرا بالنسبة اليها الى غير ذلك مما لا يخفى قياسه

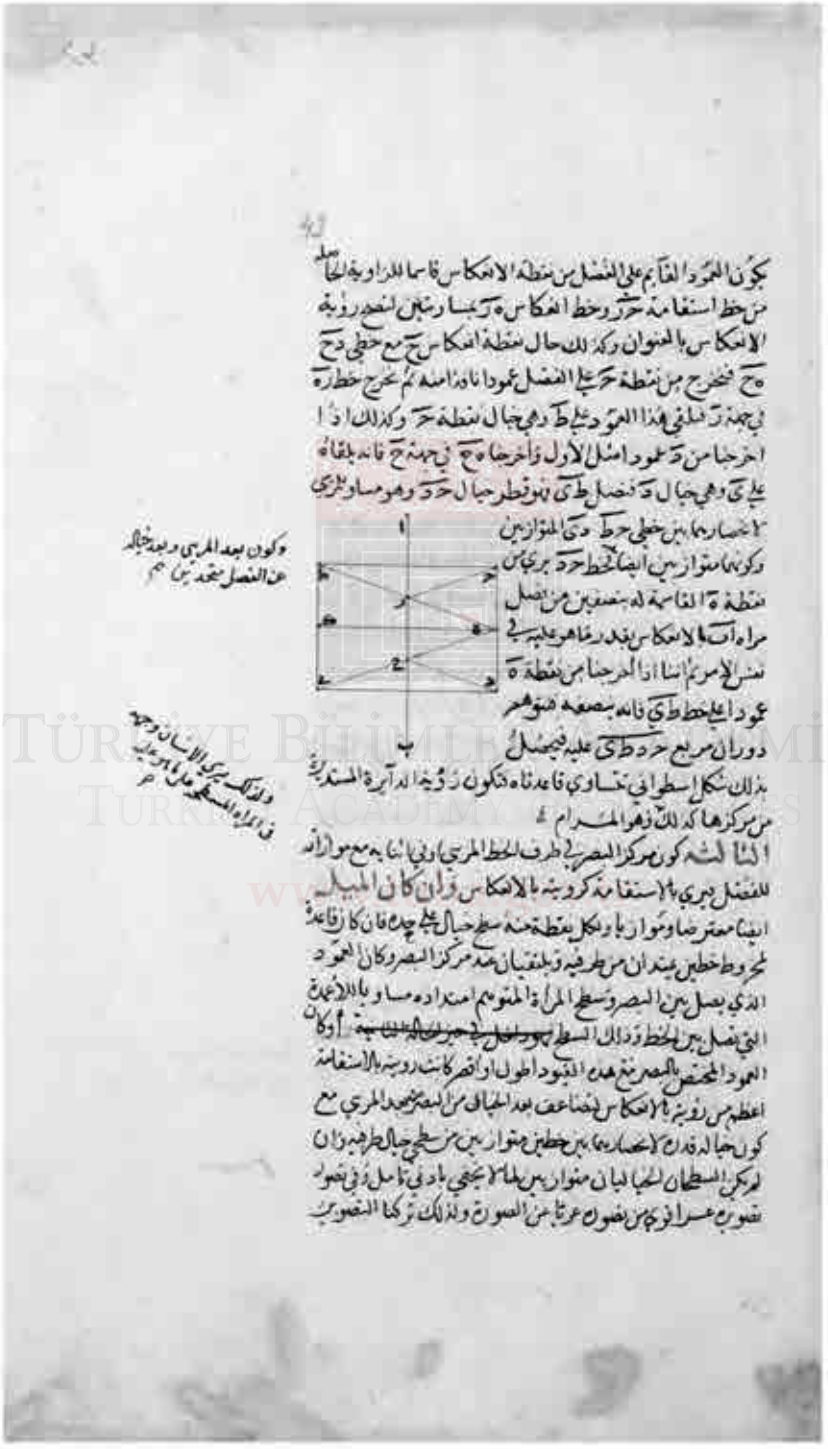
ح خروج المشف اما من حيث انه مشف فليس من هذا الباب
في شيء لان مناط الانعكاس الغلط والصفالة والمرآتي الزجاجية

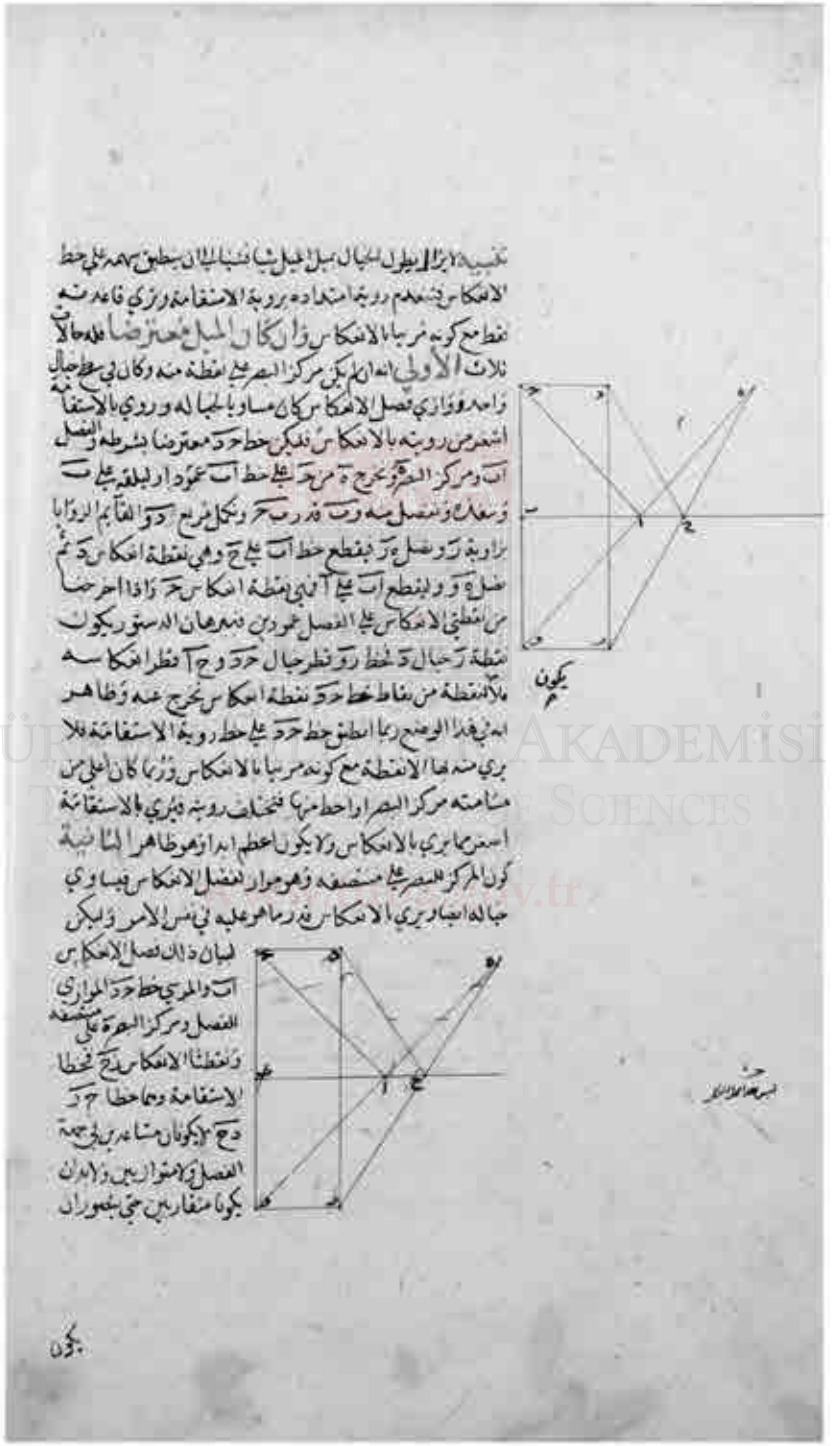
كالجواهر والنقعات التي تشتمل
عليها اجبل عظيم مرئي صح

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tubitak.gov.tr



TÜRK TARİH KURUMU AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tarihkurumu.gov.tr



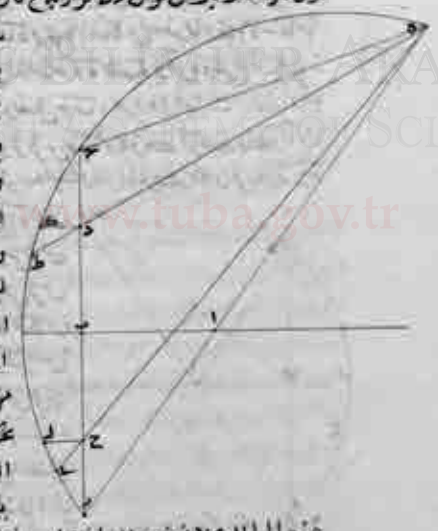


TÜRK TARİH KURUMU AKADEMİSİ
TURKISH HISTORY SCIENCES ACADEMY
www.tarihkurumu.gov.tr



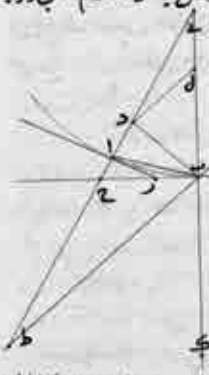






TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr





مواقع الخيال وعدمه بالمزج والنسب التي اتفقت واختلفت اشكالها
بل هنا زيادة فليتيقظ لها

خاتمة المرصد في غلاط البصر بالانعكاس وتشتمل على خمسة
فصول

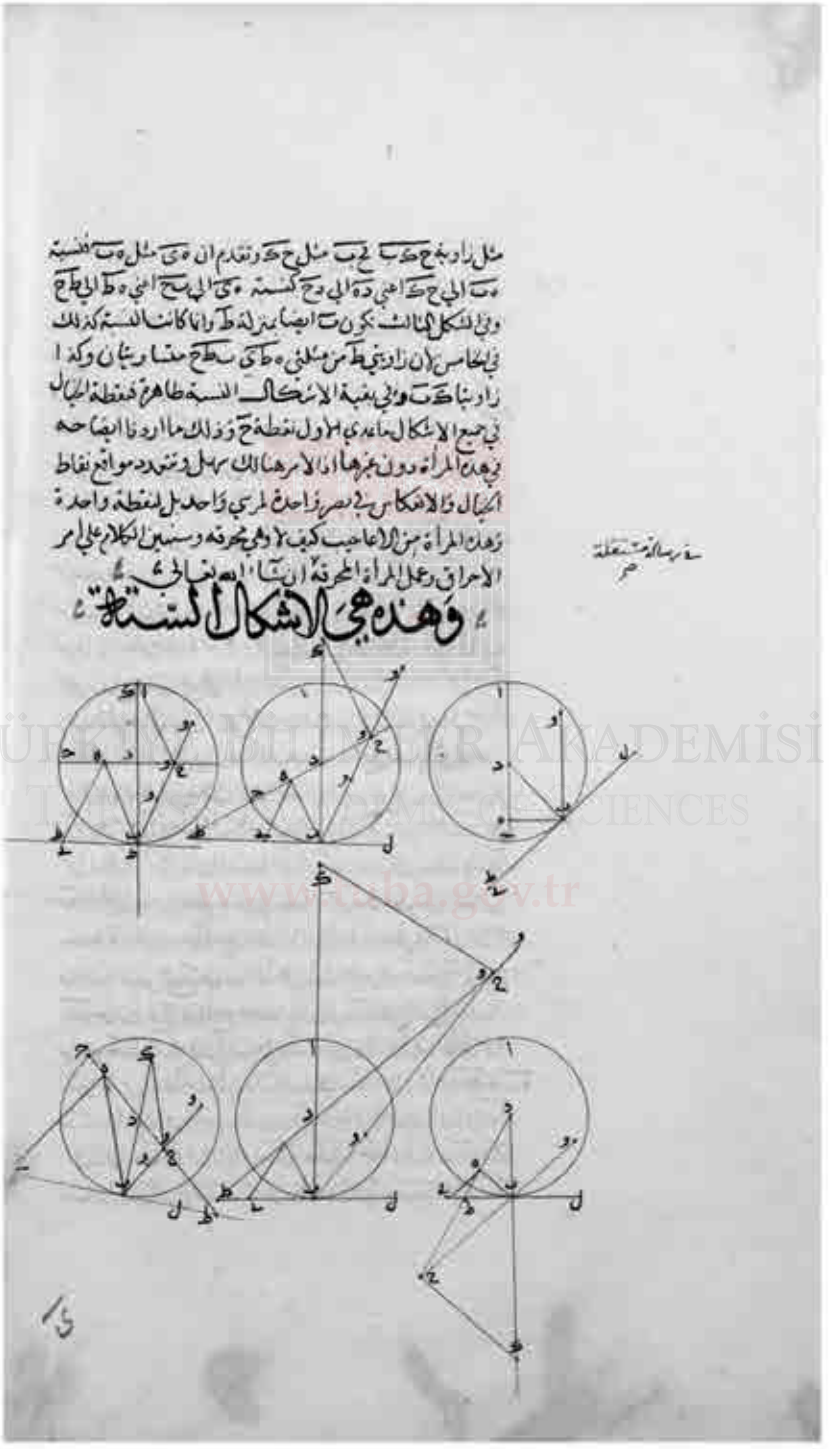
الفصل الاول في غلاط البصر المتسطح

وليتقدم فيه كلاما عاما فنقول قد ذكرنا جميع المعاني المدركة
بالحس والعلل التي يكون بها الابصار وهي عشرة ونزيد هنا واحدة
وهي توسط الجسم الصقيل فانا لا نشك ان المدرك الاول الذي في خلاف
سمت استقامة بصرنا بذلك التوسط لا يدرك بدونه فلذلك الخطب
من سلك هذه المسالك هل هي تامة ام ناقصة فنقول في ذلك
اما خروجه في جانبي مثلثة الصقالة وضعها ووجود بعض الوجوه
المسطحة التي لا يدركها البصر دون المرئي بالاستقامة الى البصر
اقرب من كونه مرئيا بالانعكاس يقتضي غلاطا كثيرة ثم ان اربعة من
المعاني المدركة وهي اللون والضوء والبعد والوضع لا تدرك

بالانعكاس



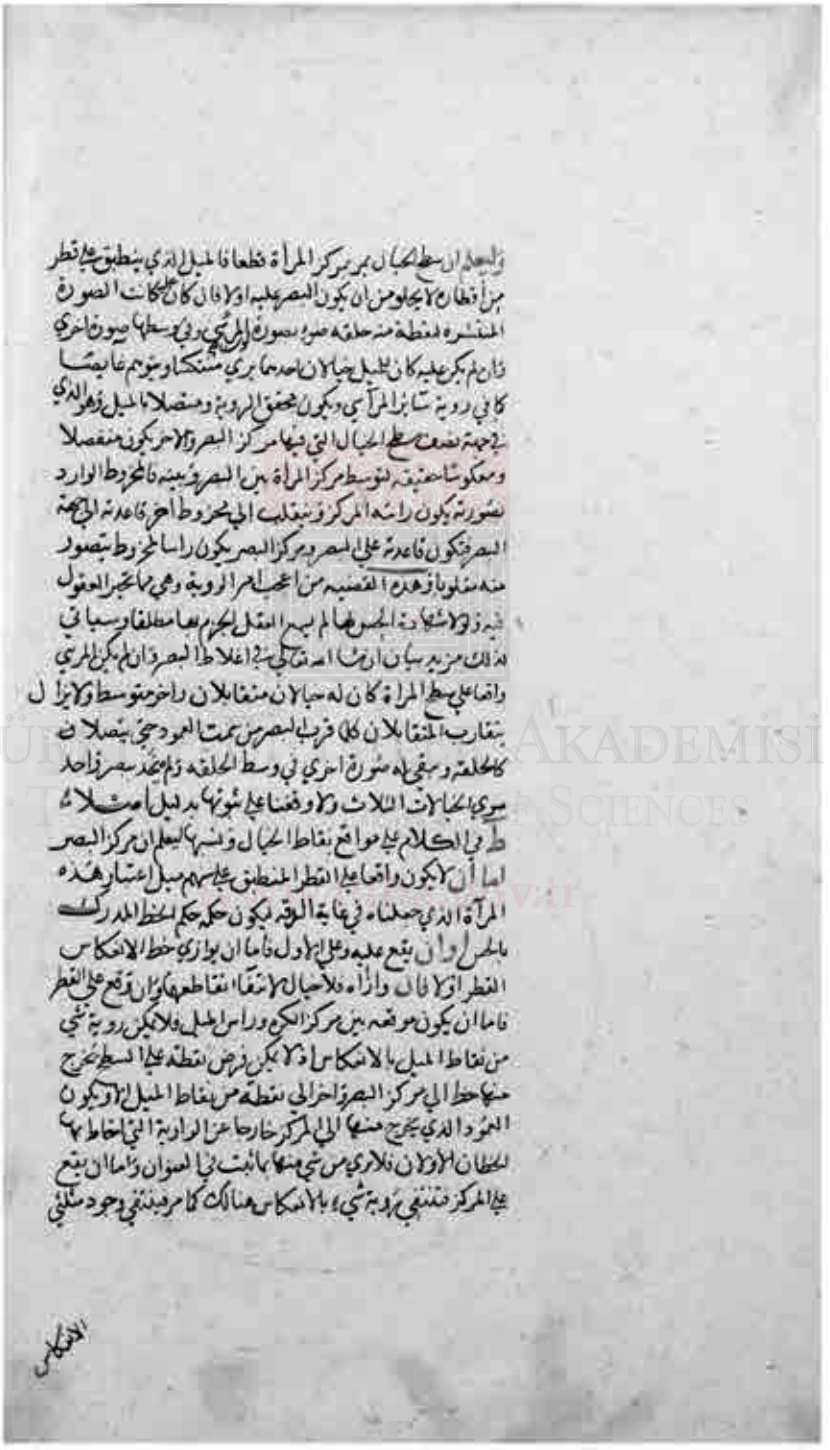
TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tubitak.gov.tr

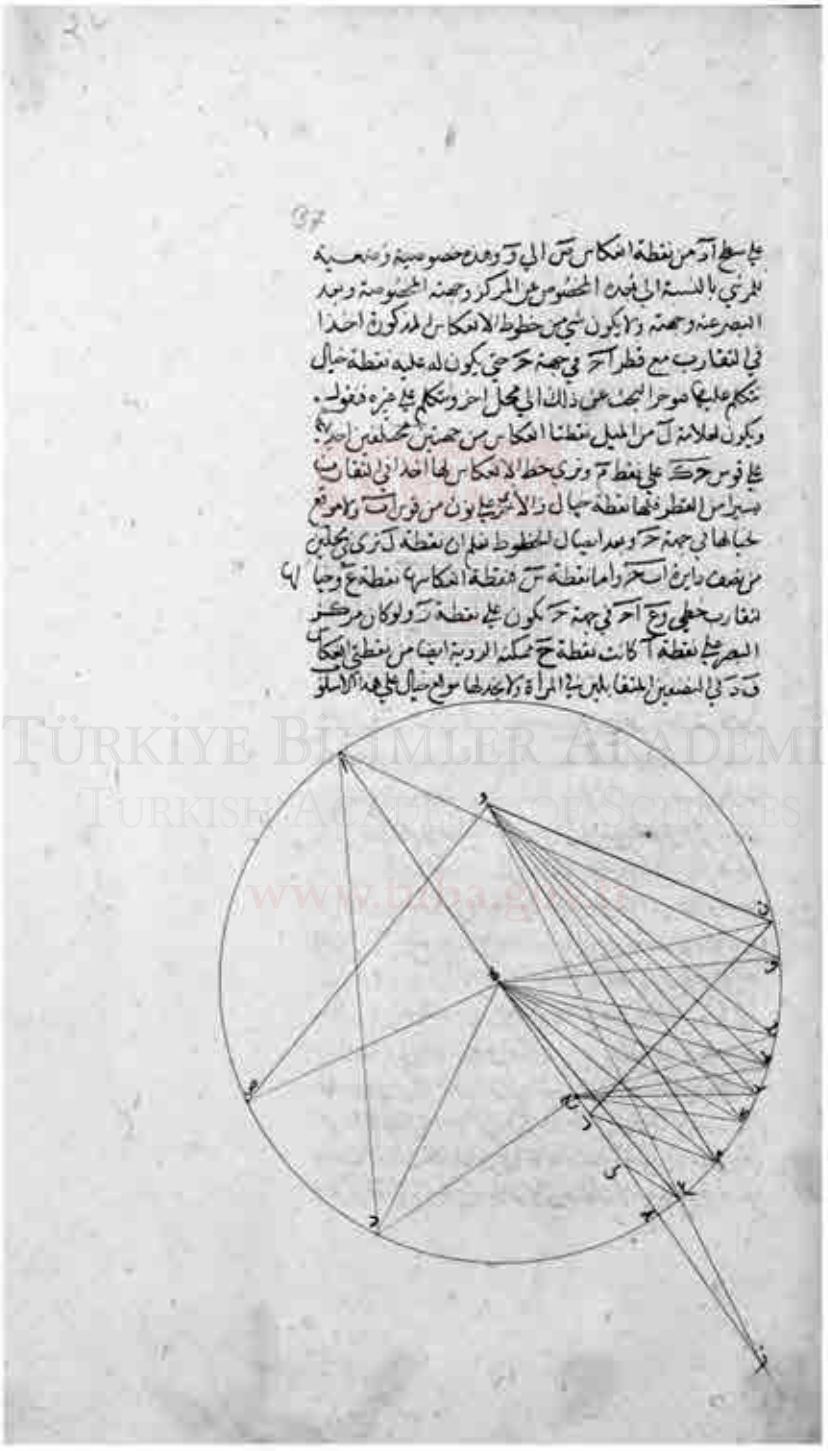




الانعكاس ذ الاستقامة بالمرة ٭ واما ان يقع في خلاف جهة قيام الميل
وراء المركز سواء كان على بعد من المراكز قدر نصف الكرة او اكثر فيكون
روية نقاط الميل الذي هو اقصر من نصف القطر ولا يكون روية نقاط
ميل اطول من ذلك المقدار اما روية ما على المركز فتنبغي يكون العمود
منطبقا على خط الانعكاس ان فرضنا وجود الثالث واما روية ما طال
منه بين المركز وبين مركز البصر فلوقوع العمود خارج المثلث ان فرض وجوده
وان وقع عليه في غير المواطن التي استحالت فيها روية الانعكاس كانت
مقاطعة خط الانعكاس ذ القطر في جهة البصر نا فيقع المقاطع
اما على مركز البصر او امامه او وراءه وفي هذه الاحوال الثلاثة تقاربت
لا بشرط كون المرئي في بعد دون نصف القطر بل يجوز رؤيته
مرائي بعد كان في ذلك الصمت وان لم يكن واقعا على القطر وضع ذلك
لم يوازر القطر خط الانعكاس فان وازى في هذه الحالة الخط الماس
فيجوز وقوع المقاطع على امام البصر رؤية وراءه وفي هذا الشكل ايضا
يجوز وقوعه على مركز البصر لكنه حينئذ يكون على القطر جهة خلف
الشكل المثال وان لم يوازه فاما ان يقطعه خارج الدائرة قبل جهة وقوع
الميل من السطح او في خلاف تلك الجهة في ما بين الموقع ومركز الدائرة
او في خلاف فرضنا عشرة اشكال بحمد الله تقبل لبيانها السطح
المرآة ومركز الكرة د والنقطة المرئية ه والبصر ز ونقطة الانعكاس
ح والخط الماس للسطح ل تى على نقطه ت وخط قطر دح المار
بنقطة ه ويخرجه فيقاطع الخط الماس على ط ثم نصل وت ونخرجه
فيقاطع القطر على ح فبهذا الشكل الاول ظهر ان نقطة ح ثم تخرج
ه تى موازيا لوح فيقاطع الخط الماس على ى ويخرج من ح خطا
يوازي ه ت فيقطع قطر دت على ك ثم نصل ى ك ونخرجه على الطرف الاخر من
الخط الماس ل ونقول ان دت عمود على ب ى وزاويتا وت د ه ت د
متساويتان وزاويتا ه ط ت ل متساويتان وزاوية ت ل
مثل زاوية ه ى ت فزاويتا ه ت ى ٭ ت متساويتان ٭ ت ى
متساويتان ولان ح ط ٭ ت متوازيان فزاوية ه ت د اعني ت د

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tba.gov.tr

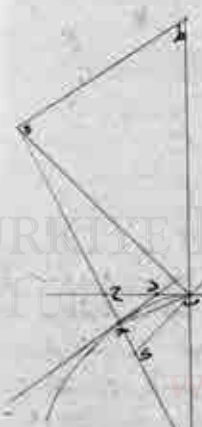




TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr





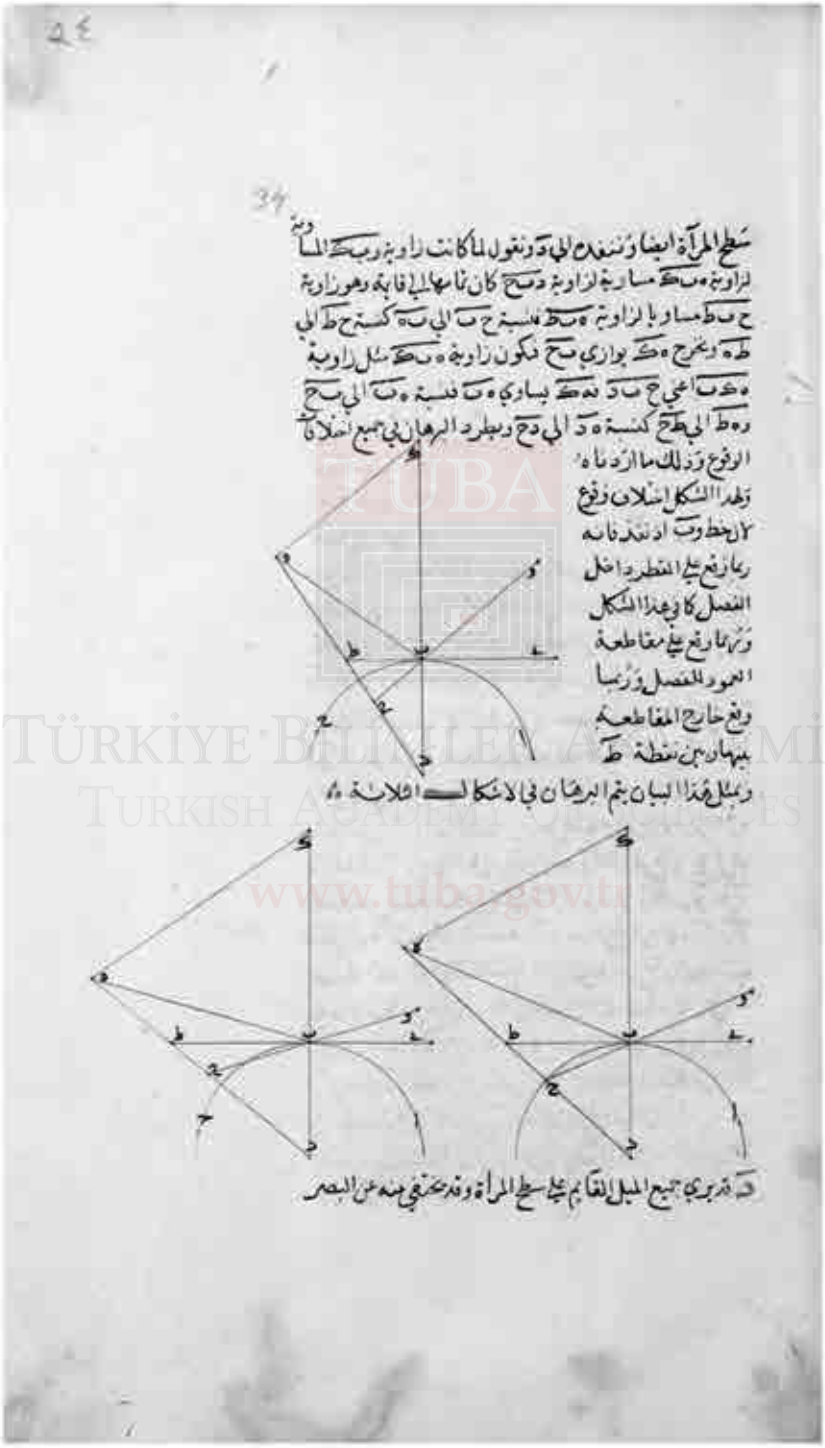


TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tubaarsiv.gov.tr

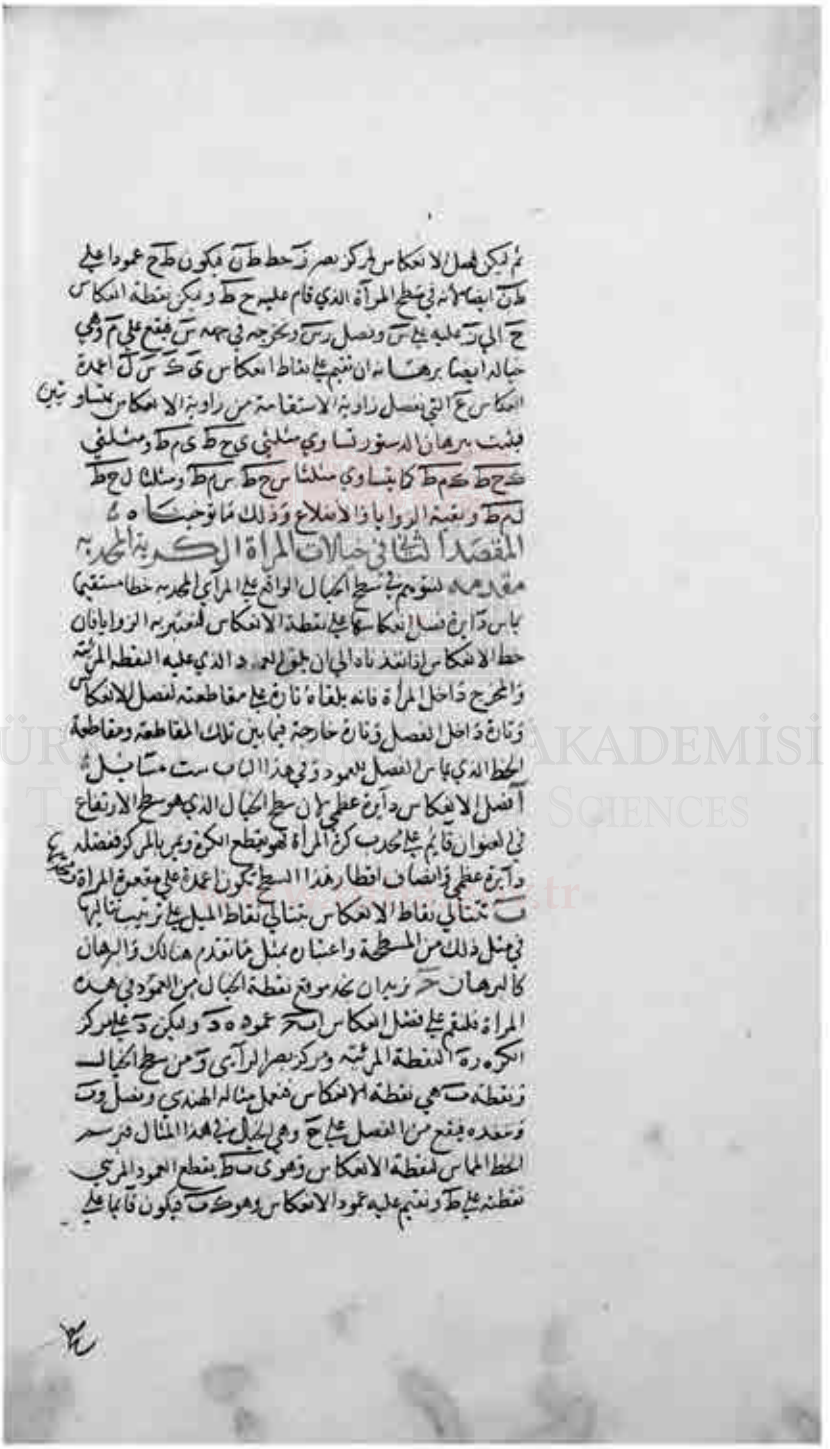


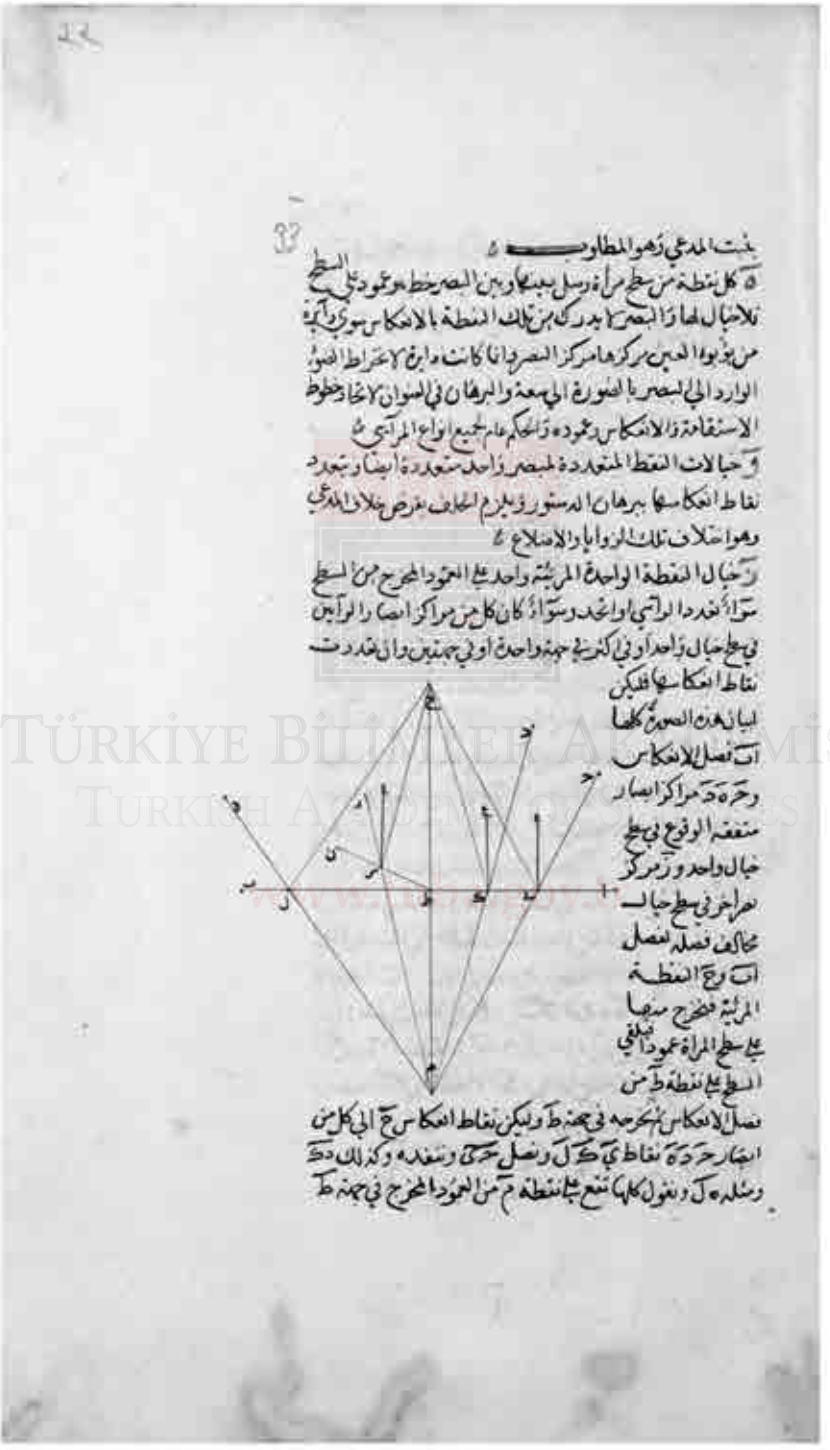
المقصد الثالث في خيالات المحدبتين الاسطوانية والمخروطية

ما قرب من سطح المرآة مسه وضعه من البصر للكن آب فصل والعمود المرئي
المار بمركز حدد
ومركز البصر نقطة
ه ونخرج منها خطا
ماس الفصل فيقطع
عمود دك على ز وهي
النقطة التي لا يرى
ببصره ما بينها وبين
الفصل من العمود اعني
ما بين ب و لا بالاستقامة ولا بالانعكاس ولنسمها الفاصلة
ونقطة المماسة حد ما يرى من الفصل واذا بينت نقطة ه وادير
نقطة المماسة ورسمت على الكرة دائرة تحد المرئي من كل كرة المرآة عن
ه خيالات النقاط المتعددة على المثل الواحد لناظر يتوحد فتتعدد
خيالات النقطة الواحدة لرائي متعدد فتعدد ما لم يكن ارتفاع
مراكز النواظر عن السطح الذي يماس نقطة الانعكاس متساويا
وكل منها في سطح خيال غير الذي عليه الآخر فليكن لبيان ذلك في
المسائلتين دائرة اح قطعة من فصل انعكاس المرآة ومركز الكرة
د ونقطتا ه و من خط المثل مرئيتان لبصر واحد وهو ح والكل في سطح
واحد ولتكن نقطة انعكاس ه على ب ونقطة الانعكاس لو على نقطة ز
ط فخيال ه كي وخيال ز نقطة كـ وبعد اخراج عمودي دت دط
نقول قد تعددت خيالات نقطتي ه ز لمتوحد بصر ح وتعددت
نقاط الانعكاس مع قيام برهان العنوان الثالث بالبيان على استواء
زاويتي الاستقامة والانعكاس لكل منهما وان تعدد الرائي بان كان
مركز بصر ل واخذ المرئي وهو ه وكانت نقطة الانعكاس م والكل
في سطح جال ح كان الخيالان ن و اختلف موضع الخيال ايضا في شهد
بعضية العنوان وان كان مركز بصر الرائي ق والمرئي ه فكلهما في سطح
خيال غير الاول وارتفاع قن عن السطح الذي يماس نقطة الانعكاس



TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences
www.tubaarsiv.gov.tr



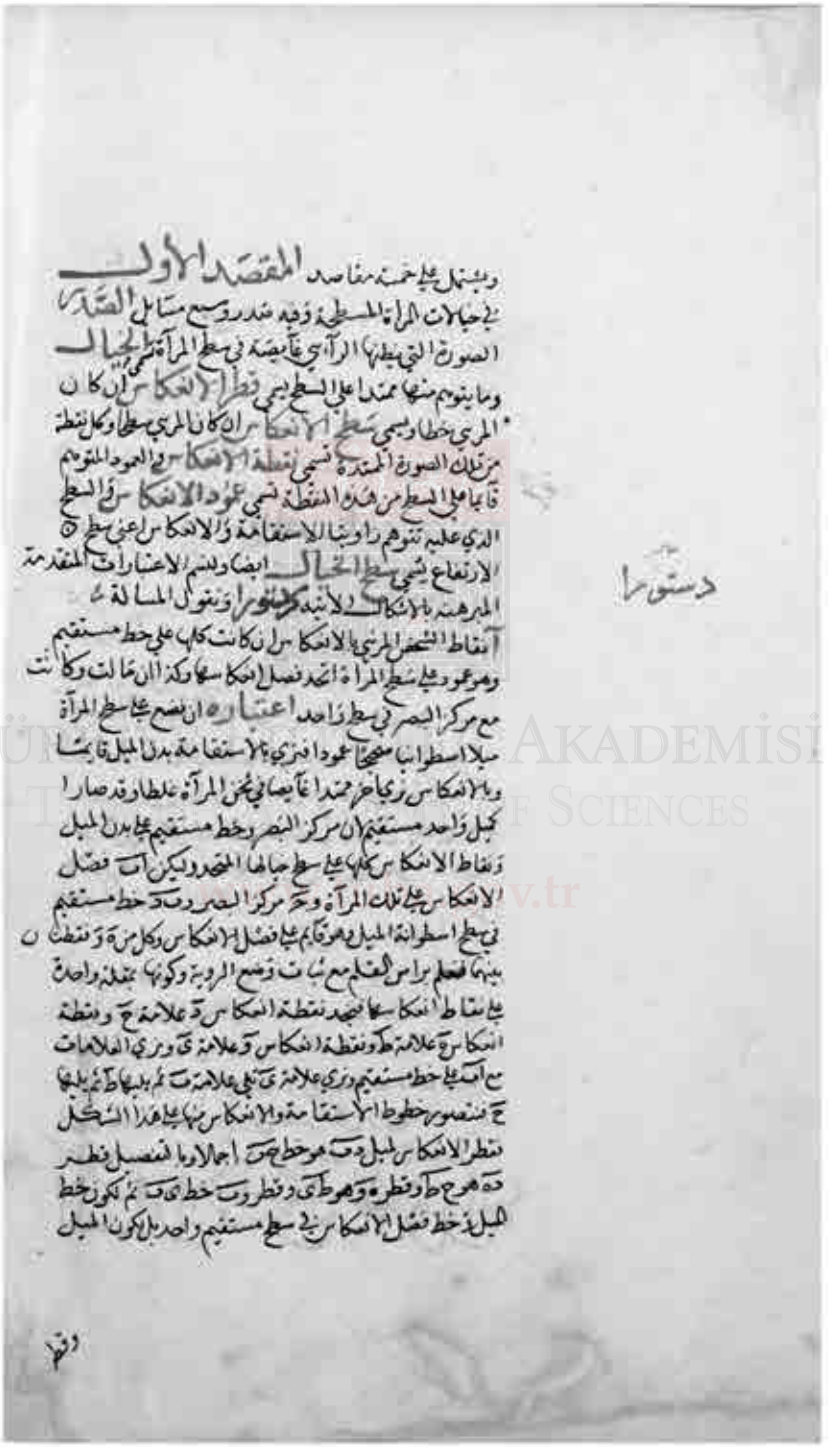


بيت المدعي وهو المطلوب ٥
٥ كل نقطة من سطح مرآة وصل بينها وبين البصر خط هو عمود على السطح
فلا حيال لها والبصر لا يدرك من تلك النقطة بالانعكاس سوى رأيه
من يؤيوا العين بركزها مركز البصر وانما كانت دوائر لاحتراط الصور
الوارد الى البصر بالصورة المسمعة والبرهان في البيان الاخاد خطوط
الاستقامة والانعكاس بعموده والحكم عام لجميع انواع المرآتي ٥
وحيالات النقط المتعددة لبصر واحد متعددة ايضا وتعدد
نقاط انعكاسها ببرهان الدستور ويلزم الخلاف بفرض خلاف المدعي
وهو خلاف تلك الزوايا والاضلاع ٥
وحيال النقطة الواحدة المرئية واحد على العمود المخرج من السطح
سواء تعددت الرآتي او اتحدت وسواء كان كل من مراكز ابصار الرآتين
في سطح حيال واحد او في اكثر في جهة واحدة او في جهتين وان تعددت
نقاط انعكاسها فليكن
لبيان هذه الصورة كلها
ان نفصل الانعكاس
وحرة مراكز ابصار
متفقة الوقوع في سطح
حيال واحد وز مركز
بصر اخر في سطح حيال
مخالف فصله نفصل
ان ورح النقطة
المرئية فتخرج منها
على سطح المراة عمودا تلقي
السطح على نقطة ط من

نفصل الانعكاس المخرجة في جهة ط وليكن نقاط انعكاس حج الى كل من
ابصار حرة ه نقاط ي ك ل ونصل حي وتعده وكذلك دك
وسله ول ونقول كلها تقع على نقطة م من العمود المخرج في جهة ط









الفصل التاسع في اختلاف الاسطوانة



المخروط الشعاعي الذي راسه عند البصر وقاعدته الصورة التي ترى في المراة المسطحة اذا نوعين احدهما عمود على الاستقامة الى قدر بعد موقع السهم من سطح المراة عن موقعه من المرئي ثم توهمت تلك الاشعة التي على سطح المخروط خارجة في استقامتها الى المحاذاة موقع السهم كانت قاعدة مخروطة هي قدر سطح المرئي سواء وسيجي البرهان على ذلك في فصل الحالات

كالانتهاء في الضوء في مراتبها فكذلك الانتهاء في ضوء الانعكاس في مراتبها فتكون اول وثواني وثوالث وهلم جرا اعتبار ان نضع مراة مسطحة في مقابلتنا واخرى مائلة بسيرها مستقبل الانف ومماسته ويقابل وجهها ووجه المراة الاولى ويضع سراجا وراء المراة الاولى فوق بسيطها بحيث يقع ضوءه بجملته على المراة الثانية ويحدق في تلك الاولى فترى فيها صورة المراة الثانية وصورة الضوء في صورة تلك الصورة صورة الاولى التي فيها ايضا صورة الثانية بما فيها من ضوء السراج وتتصاغر المراتي المرئية بحسب التكرير فترى واحدة في واحدة فيها واحدة فيها اخرى الى ان يصير الرائي عن الادراك لتصاغر او لتقارب صور الاضواء من سهم المخروط المودي الى اختلاطها بالمحاسة او بالمحاذاة فلا يتيسر تشخيص عدة كثيرة منها وحسب وجد ذلك منكورا الى خمسة مراتب او ستة بحيور في اكثرها ولا يسع الوهم تشخيص تناهيه عند مرتبة دون غيرها

الانتهاء امكان رؤية الصور في المراة اذ هو من نقطة من النقطة المتوهمة على سطحها الا يمكن ان يكون مركز القاعدة مرئي يتصور ترقيه عليها لعدم تصور التناهي في تلك النقط وجواز توارد مرئيات لا تتناهى عليه فلا تناهي تلك الصور بالقوة ولا بالفعل

كل خط وصل بين المصغي وسطح المراة ان كان عمودا على نقطة من السطح انعكست صورة النقطة من المصغي عليه ايضا الى نفسها فيكون ذلك الخط خط استقامة وخط انعكاس معا لكنها يتمايزان

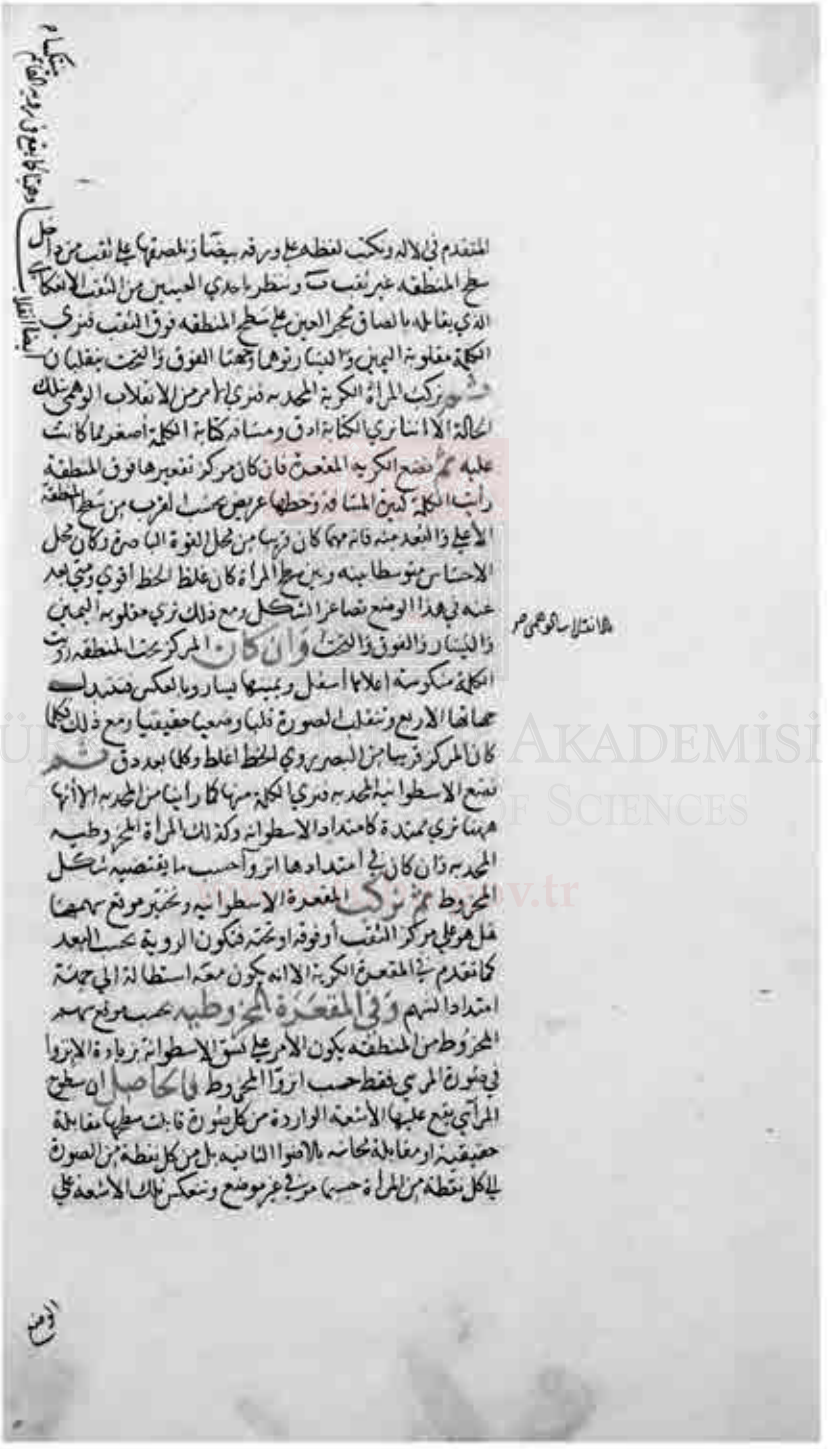
الاشكال الصاعدة في سطوح



الوسع المخصوص الى ما يقتضيه ذلك الوضع من الجهة حاملة اللون ذلك
الصور لكل بصر حاذى رؤس مخروط من تلك المخروطات المتعددة ٥
المنعكسه راى الشخص الذى صدر عنه ذلك الضوء ما الانعكاس ٨
خاتمة لا تخرج الاضواء والالوان المحولة بها بعد الانعكاس
اذا كانت لم تخرج فى الاضواء المستقيمة وقد مر اعتبارها وهنا يعتبر
وضع مراه فى ارض بيت مستضيء يطابق عليها كل من حيطانه الاربعة بلون مخصوص ثم ينظر الراى يرى بالانعكاس اللون الذى للسقف المقابل له
ثم يتحول الى الجهة الاخرى فيرى اللون المقابل الى ان يرى جميع على ما ٩
لم يشك احدها شابه خلط وامتزاج وكيف قد استدلت انواعها
بمصاحبة الاضواء الى سطح المراة وانعكست عنها الى الجهات المخصوصة
التى ترى منها فلو حصل ادنى امتزاج لادنى لما ينقص فى اللون او زيادة
حسبما يقتضيه الامتزاج وكذلك يرى الاشخاص المتعددون فى وقت
واحد فى سطحها صور الانتهاء هى بحسب اوضاع المرتبات من كل نقطة
على سطح المراة بالنسبة الى محال تلك الابصار فى تقابل تلك الاوضاع
على نقط الهابة لها ولا يشوبها امتزاج كما مر اعتباره وهذا ما تعارفه
العصر ويكفى عنه الوهم

الفصل الخامس فى احصاء خواص الانعكاس

وذلك ثمان خواص ١ المراة الثابتة الوضع
اذا راى فيها شخص مرتبا ما مرتبا من محل من سطحها فلا يمكن ان يراه من ذلك
المحل من المراة واحد لعز معه بل اذا حازت رؤيته للاخر فكون من محل
اخر وذلك ثابت بالعيان والعنوان ٢
ب الضوء المنعكس بالصورة الى البصر يكون مخروطى الشكل قاعدته
المبصر على اى شكل كان وراسه عند حاسة البصر وهو منكسر على سطح
المراة ويعنى بالمخروطى ما كان ذا اخراط اى احداب معه ما يضايق منا
الى ان ينتهى الا فى تلك الخطوط التعليمية المبتدئة من سطوح على
نقطة هى نهاية امتدادها سواء كانت قاعدة المخروط من الاشكال
المستديرة او المضلعة او المنحرفة او سطحا ملتويا على غير نسبة
طبيعية كحرف مكتوب على قرطاس او ما اشبه ذلك





الوجه م



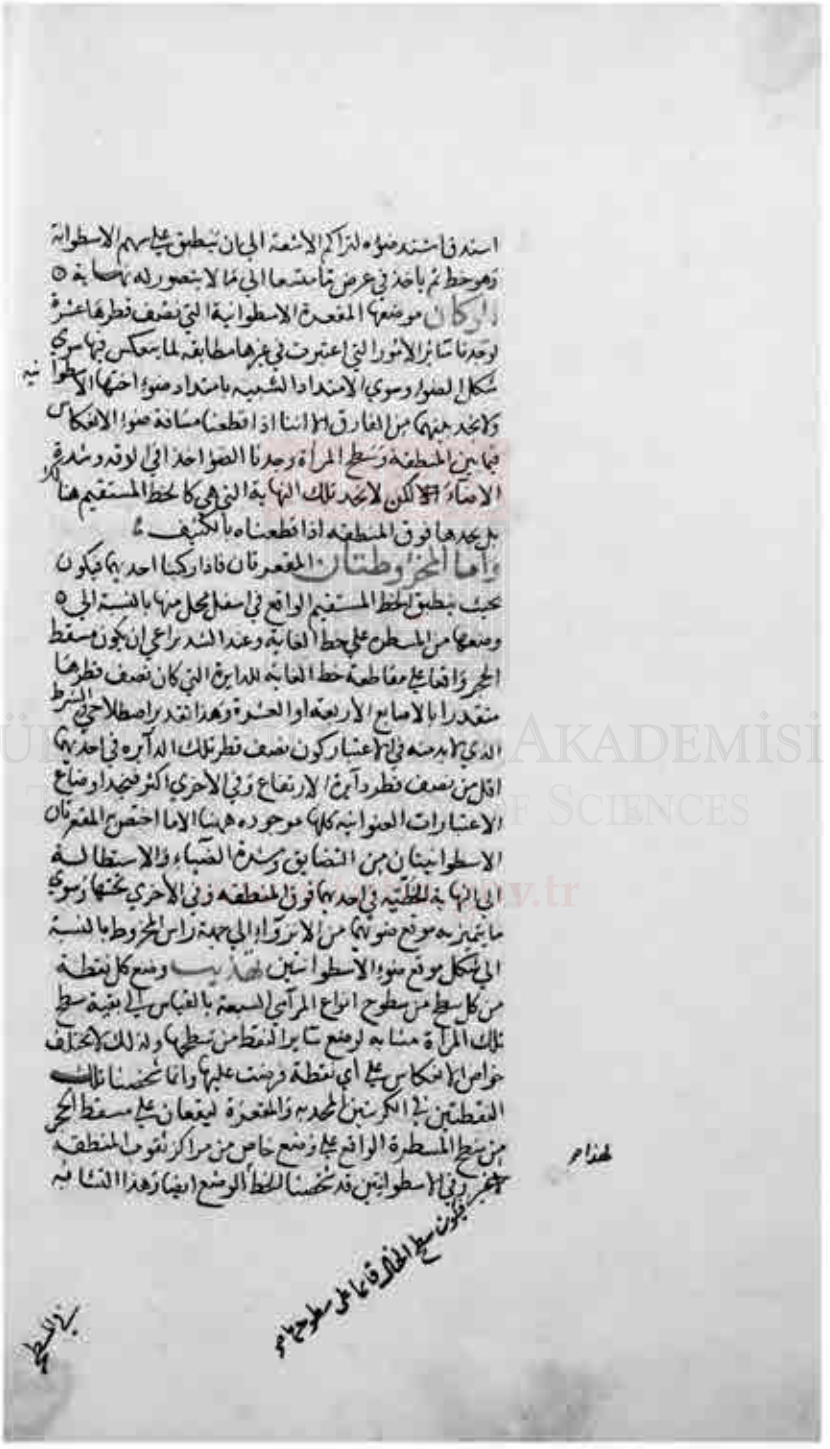


الفصل الثالث في علة الانعكاس



TÜRK TARİH KURUMU AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tarihkurumu.gov.tr

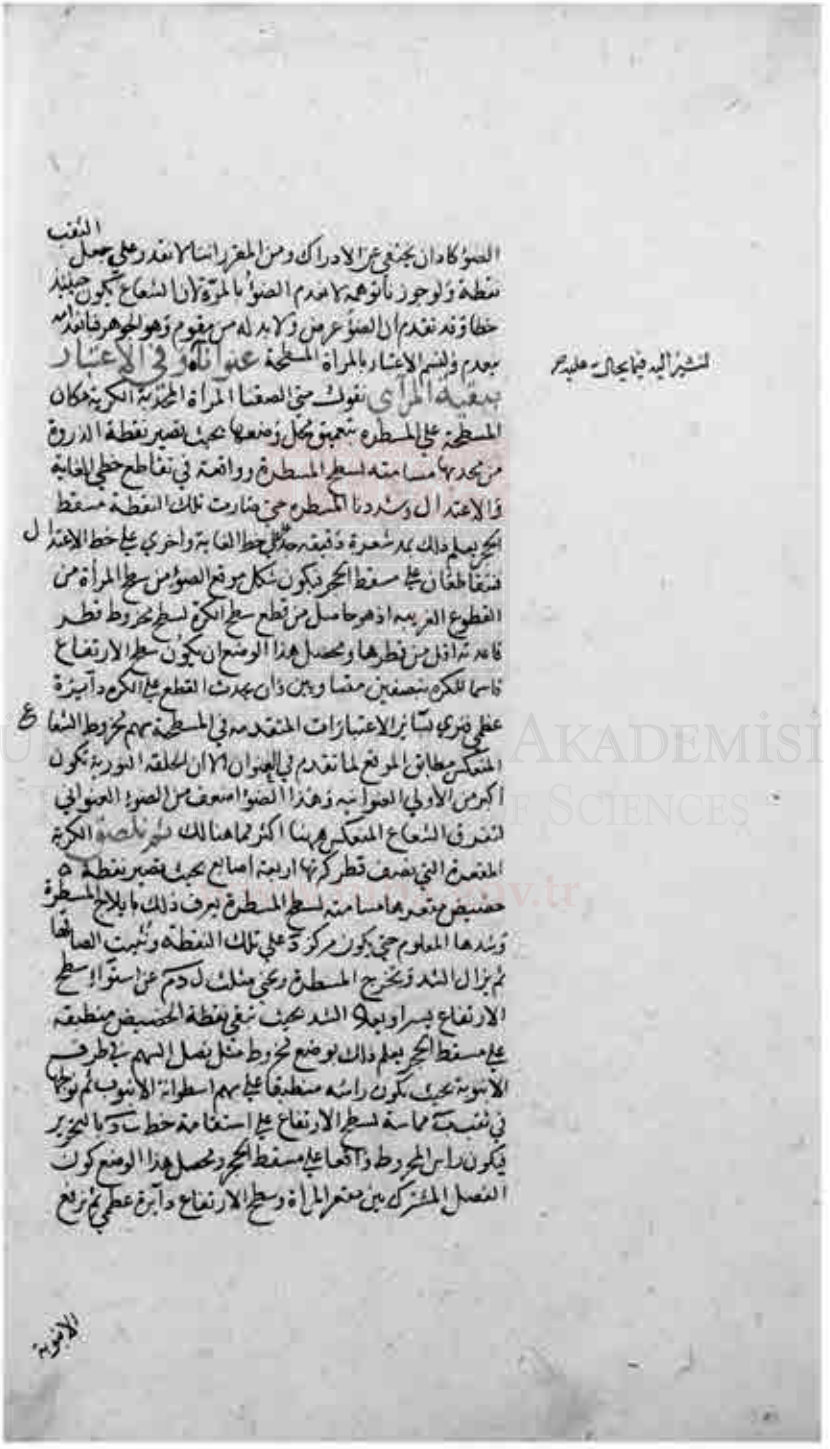






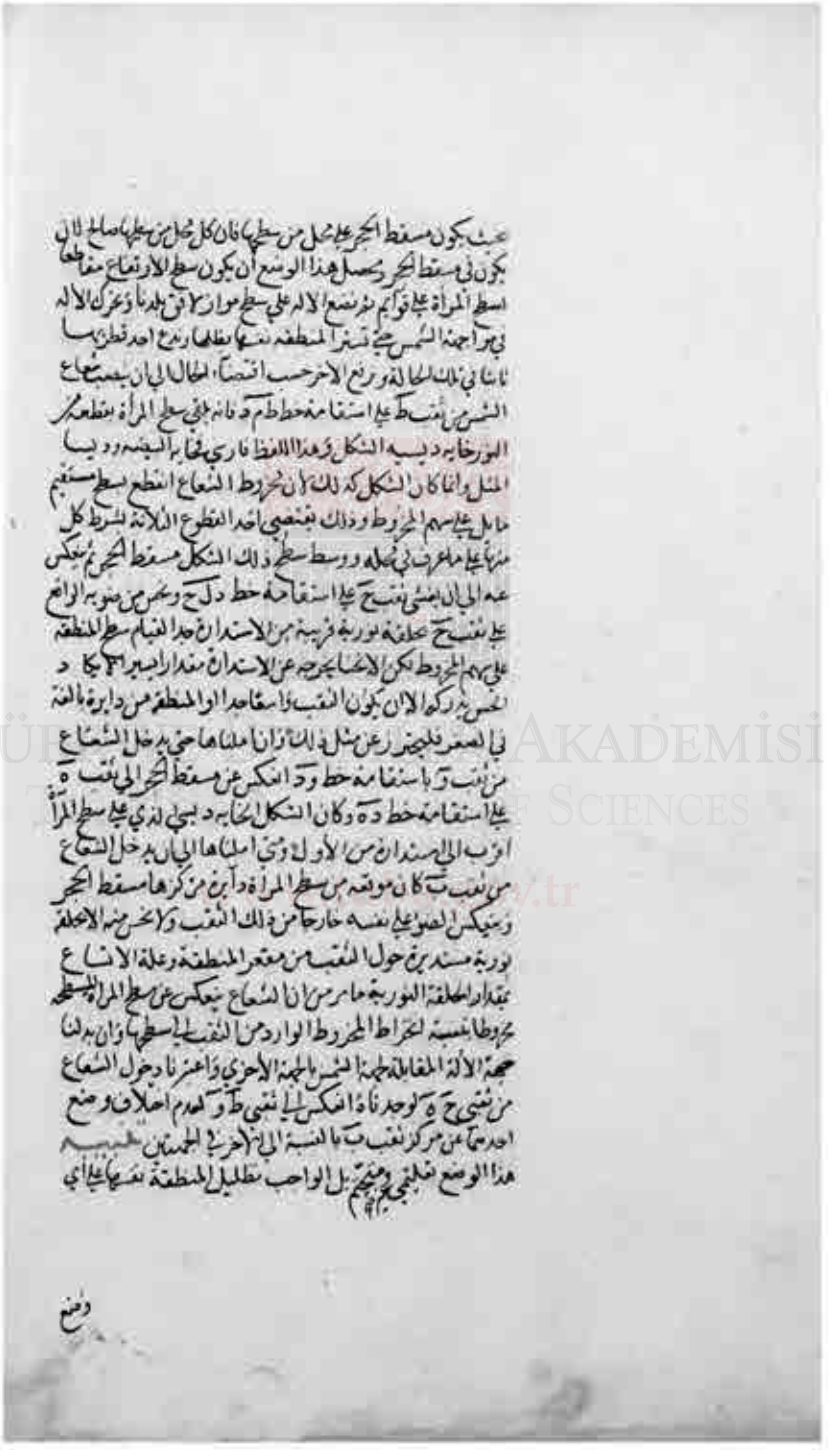
الاشيوخ ونعتبر الامور العوانيه كما مضى اوضاع سهم مخروط الشعاع
لو نزل عن اوضاعها اداعن الامور العوانيه بانطباقها على نقطة
الانعكاس واذا قطعنا مسافة شعاع الانعكاس كيف فكلما كان
قريبا من سطح المرآة كان موقع الصور من الكيف كبيرا واذا بعد يسيرا
ولا يزال يتصاغر بتباعد الكيف القاطع للشعاع ويتصاغر بسببه
الصور الى ان يتناهى في الصغر الى نقطة وهي نهاية الذي يكون الصور
فيه شديد الاصاءة بل محرقا لتراكم الاشعة ولو زمن يتعبر حسبي لاحتراق
تصاغره الى نقطة هي راس المخروط ومركز الكرة ثم باخذ في الاتساع
المحدود الذي لا نهاية لتصوره امتداده بتباعد الكيف عنه مرتبة بعد مرتبة
ولو كان موضع هذه تلك المقعرة التي نصف كرتها عشر اصابع
لكان الامر كذلك في سائر ما مثلت في العنوان لكن لا نوجد بها به
التصاغر فيها تحت المنطقة عند قطع المسافة بالكيف ولو قطع
الشعاع اعلى المنطقة على نعت الانعكاس لوجد في مقدار بعد المركز
عن السطح متناهيا في الصغر ثم باخذ من هنالك في الاتساع كما كان
في نظيره واما الاعتبار بحدتي المرايا الاسطوانيتين فوضع
كل منهما في بئر والمسطرة تحت بكون الخط المستقيم المفروض على
اعلا سطح كل منهما منطبقا على خط الغاية من المسطرة عند الالصاق
وتشد كل منهما الى ان يقع مسقط الحجر على ذلك الخط ولنعد ما مر
في العنوان فنراه بعينه مادة بعد مادة وترى الصورة اخذة في اتساع
وضعف ويكون اتساعه الى خلاف امتداد سهميهما مع امتداد
حد امتداد السهم ثم لتصور المقعرة الاسطوانيه التي نصف
قطر قاعدتها اربعة اصابع بحيث يكون الخط المستقيم المار بمحل
محل منها عند الوضع في المقعرة منطبقا على خط الغاية فبعد الاوضاع
المتقدمة في الاعتبارات في العنوان لم يتعبر منها تحي سوى امتداد
في موقع الصور لتقطع المسافة التي بين المرآة والمنطقة لسطح
كيف اقرب ما يكون من المرآة فيجد موقع الصور عليه اصغر من سطح المرآة
ولا يزال يتصاغر بتباعد الكيف مع استطالة الى ان يدن حدا دكلما

ان م



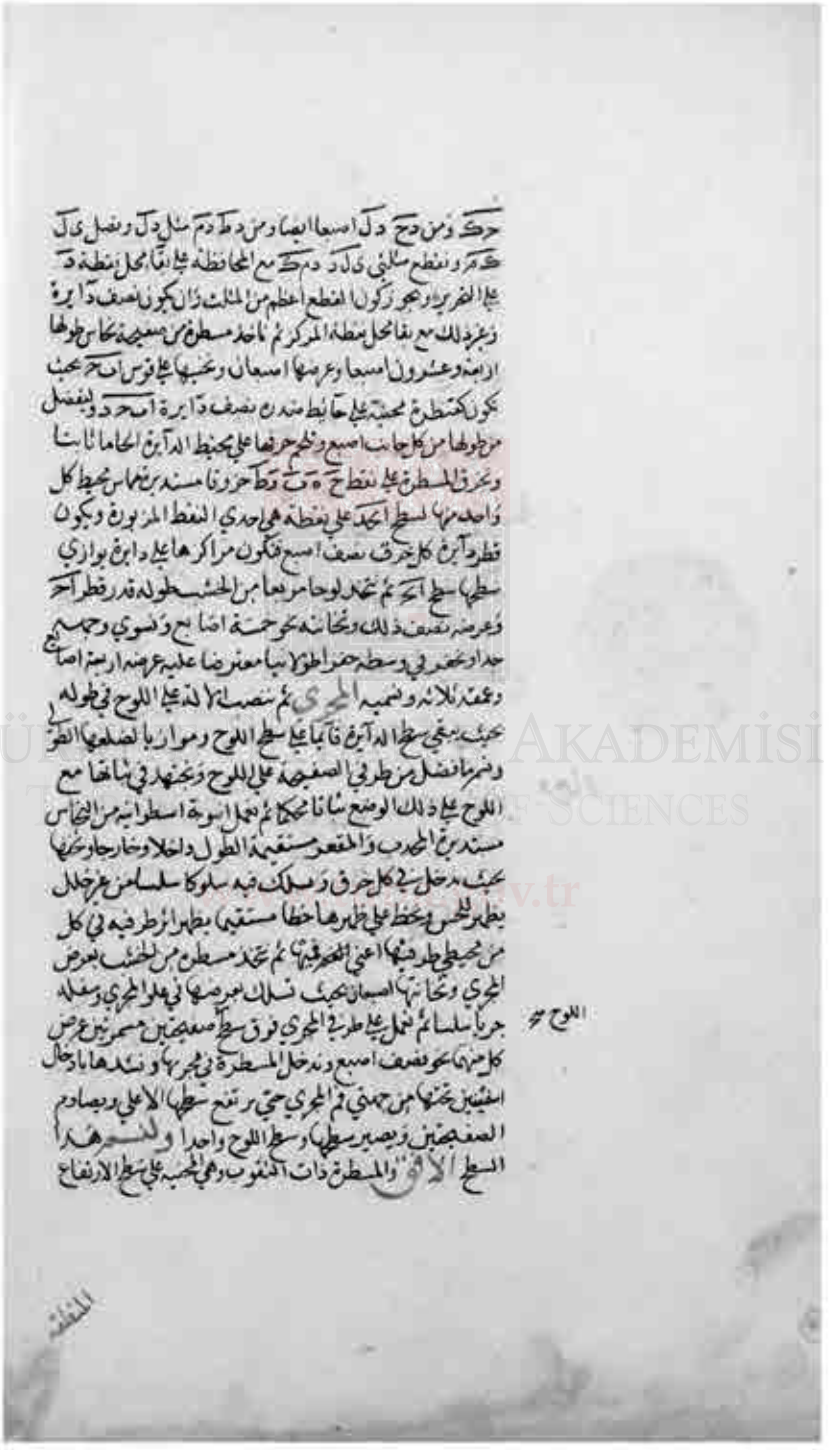


وضع كانت في مواجهة الشمس في سلوك الشعاع على سمت استقامة خط
الثقب وكون نقطة وسط موقع الضوء من سطح المرآة او مركون مطبقا
على نقطة مسقط الحجر ومع هذه الشروط فكيف ما كان الميل والى
اي جهة وعلى اي وضع كان فلا تتغير حوالي الاعتبار مطلقا ونري
المدعي ثابتا في هذه المرآة وفي سائر المرآتي التسع الاخر جميعا كل
هنالك بحسب شكل كل من تلك المرآتي وقد تقدم ان الخط المستقيم
الذي هو سهم مخروط الضوء الوارد الى المرآة يسمي خط الاستقامة
والصادر منعكسا الي البصر او الي موقع اخر يسمي خط الانعكاس
وان عمود السطح يفصل هذه الزاوية الي زاويتين فالتي الزاوية
التي تلي خط الاستقامة زاوية الاستقامة والتي تلي
خط الانعكاس زاوية الانعكاس وقد ثبت عند الاعتبا
رات
نساوي الاعتبار بالابوية ثم نعود الي تلك الابوية فنقول
في ثقب ط مثلا الي ان يلقي حرفها سطح المرآة بحيث تبقي علامة
الخط المستقيم الذي يحد بها من فيها منطبقة على خط ذلك
الثقب وثبت وضعها على سطح الارتفاع بشمعه ونعيد الاعتبار
بايلاج الشعاع في الابوية على تلك الشروط فتري شكل جانبه الذي
غير الاول هو من نظوع الاسطوانة فان اسطوانية معتبر الابوية
جعلت الضوء اسطوانيا والقاطع له سطح مستقيم فهو كذلك
ويراه العكس الي الثقب المقابل ثم نسد كل واحد من فيها شمع
او فلس ونجعل في مركز ثقبا صغيرا فتري موقعه كذلك ثم نمد
شريطا مستقيما وشغله من ثقب الابوية الي سطح المرآة ونعلم
هنالك علامة فنجدها على مسقط الحجر ثم نعتبر الامر بالابوية من
ذلك الثقب بعد سد ثقب ح من خارجه بالصاق ورقة بيضا
عليه فتلقي ظل تلك النقطة وهو طرف سهم المخروط الانعكاسي
على مركز ثقب ح وذلك يقتضي كون شعاعي الاستقامة والا نعكاس
مع العمود في سطح واحد وهو سطح الارتفاع ولو اعتبرنا الامر
بالابوية ثانيا واجهدنا في تضييق الثقب اجتهادا كليا لوجدنا





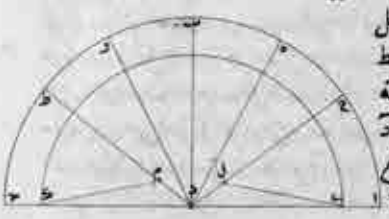
المسطحة وبقي المسطح التي في المجرى على اسمها والسطح الذي
توهمه مارا بمراكز الثقوب موازيا لسطح الصفيحة هو سطح الارتفاع
والفصل المشترك بينه وبين سطح الافق خط الاعتدال
فيكون هذا من الفصول المشترك بين سطحي الارتفاع والافق بقدر
نصف قطر احد تلك الثقوب فسحرجه وخطه موازيا سطح
الافق من اللوح والمسطرين ثم تقيم عليه خطا اخر عمودا امام مستوى
الارتفاع وليسمه خط الغاية وعمله منتهى الامر وحينئذ فحمل
نقاطها ما دامت المسطرين وهذا الوضع يسمى مسقط الحجر
ولما كان نوع ما يرى في المرآة المسطحة منحصرا في شخصه منفردا منها
مراه واحدة مستديرة لا يكون قطرها اقدر من المسطرين بل اقل منه
وكذلك لما كان قدر هذه المرآة المحدبة لا يعبد الا معرفة صغر الصورة
وكبرها وضعف الضوء وشدته وقدر مراعتباره فاتخذنا من كل من
المرآتي الكرية والاسطوانية والمخروطية واحدة سعة سطحها قدر سعة
المسطحة واما المقعرات فاتخذ من اكرية مرآتين قدر سطح كل
منهما كالمسطحة ونصف قطر كرة احدهما اربعة اصابع والاخرى
عشرة ليتم مركز كرة الاولى تحت المسطحة والاخرى فوقها ومن
الاسطوانية ثمانين سطحها بالقدر المسعور ونصف قطر قاعدة احدها
اربعة اصابع ونصف قطر قاعدة الاخرى عشرة ومن المخروطية ثمانين ايضا
ثمانين بذلك القدر نصف قطر دائرة تقع في منتصف مخروط المراة
موازية لدائرة القاعدة اربعة ايضا والاخرى عشرة فيكون مرآتي
الاعتبار عشرة مرآتي باب في كيفية الاعتبار بالمرآة
ليتم على مركز مسقط الحجر دائرة قطرها قدر سعة واحدة من المرآتي وتغوره
في العمق بقدر اعمق من سمك كل واحدة واحدة من المرآتي بعد واما اذا
كانت المرآة المسطحة ملاها لك كان سطحها وسطح المسطرة
واحدا واذا كان غيرها كان مسقط الحجر على نقطة من سطحها بحيث
يكون القطر المار بتلك النقطة من المرآة منطبقا على عمود ذلك
المسقط فلتطبق المسطحة على المسطرين وندخلها في المجرى وتشدها



اللوح



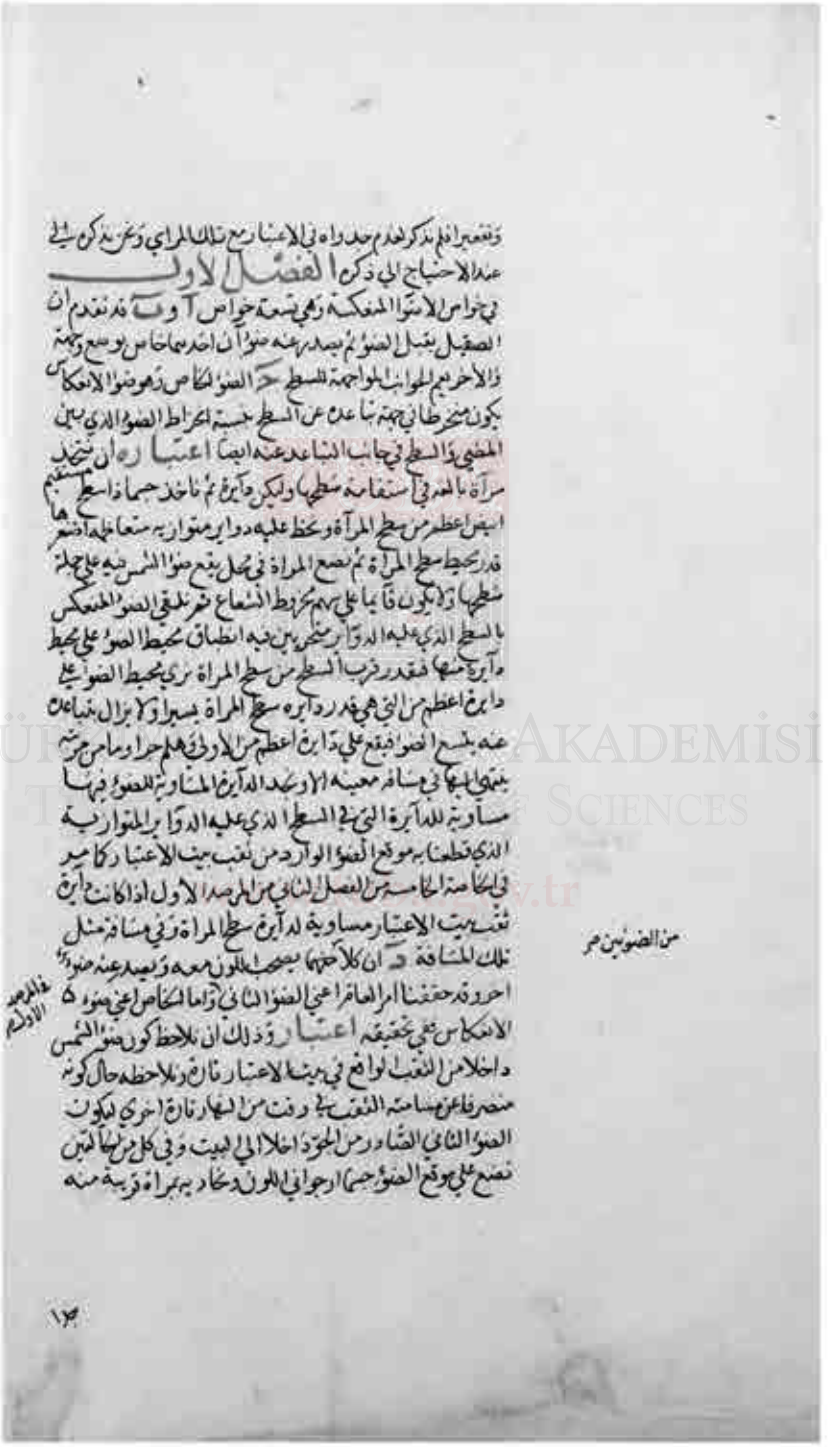
من الواردة مع الامتوا التوافي عند الخاد المبدا وفه مرتي صور الاعتبارات
ما يكتفي فيه الفصل الثاني في كيفية الانعكاس ودلك
في مصدر وخواص اربع الفصل الاول في لفظ الشعاعي الوارد من المنور
او ضاحيه عني المرئي الى المراة خط الاستقامة والصادر
منعكسا الى البصر خط الانعكاس وكل سطح من سطوح المرآتين
السبعة تتصور على نقطة مركز موضع العين عنه عمودا او نسبة
عمودا الانعكاس فتفهم الضاد دايرة يقوم نصف محيطها على سطحه
مع كونها مائلا بالعمود ومركز المنحني الذي يصدر عنه الانعكاس
ونسميها دايرة ارتفاع السطح والفصل المشترك بين سطح الدايرة
وسطح المراة يسمى فصل الانعكاس وبحسب هيئة السطح
يكون الفصل المشترك خطا مستقيما او قطعة من محيط دايرة او نقطة
من احد القطوع المخلاة الخاصة الانعكاس الامتوازي انسبه
كانشاء عرضيه على السطوح السبعة كلها بكون على صورة واحدة لا
تتعداها اعني كون خطي الاستقامة والانعكاس في سطح دايرة الارتفاع
وكون الزاوية التي بين العمود وخط الاستقامة مساوية للتي بين
خط الانعكاس والعمود ويلازمه بتساوي تماما بينهما وهما الثنان
بين فصل الانعكاس في جميعه كل من خطي الاستقامة الانعكاس
اعتباره ان تتخذ صفيحة مستوية السطح من النحاس وخط عليها
نصف دايرة اح على مركز د بحيث يكون نظراح سبعة اضلاع
ونصل ب د ولكن عمودا على خط اح ونفرز عن جنبي ح من محيط
اح قوسين متساويين وهما قوس ه ا وكذلك نفرز قوسي
ب ح ب ط ونصل
كل واحدة من نقط
ح ه وط بنقطة
د ثم نصل من د
الى نقط سبع
ومثله من ح د



TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tubitak.gov.tr







وتقصيرا فلم نذكر لعدم حدواه في الاعتبار مع ذلك المراي وعن ذكر ذلك في
عنه الاحتياج الى ذكر الفصل الاول
في خواص الاشوا المنعكسة وهي تسعة خواص الاولى قد تقدم ان
الصقيل يقبل الضوء ثم يصدره عنه ضوءا ان احدهما خاص بوضع وجهة
والاخر عام لجوانب المواجهة للسطح حد الضوء الخاص وهو ضوء الانعكاس
يكون منحرطا في جهة بنا عد عن السطح بحسب انحراط الضوء الذي بين
المضيء والسطح في جانب المتباعد عنه ايضا اعتباره ان تتخذ
مرآة بالهة في استقامة سطحها وليكن دائرة ثم تاخذ جسما ذا سطح مستقيم
ابيض اعظم من سطح المرآة وتخط عليه دوائر متوازية بتعاظم اضعافها
قدر بحيط سطح المرآة ثم تضع المرآة في محل يقع ضوء الشمس فيه على جملة
سطحها ولا يكون قائما على سمت محروط الشعاع ثم تلقي الضوء المنعكس
بالسطح الذي عليه الدوائر بحيث يتبين فيه انطباق بحيط الضوء على بحيط
دائرة منها فقد وقرب السطح من سطح المرآة ترى بحيط الضوء على
دائرة اعظم من التي هي قدر دائره سطح المرآة يسيرا ولا يزال يتباعد
عنه بتبع الضوء فيقع على دائرة اعظم من الاولى فهلم جرا وما من مرتبة
يتهيا لها في مسافة معينة الا وبعد الدائرة المساوية للضوء فيها
مساوية للدائرة التي في السطح الذي عليه الدوائر المتوازية
الذي قطعنا به موقع الضوء الوارد من ثقب بيت الاعتبار كما مر
في الخامسة الخامسة من الفصل الثاني من المرصد الاول اذا كانت دائرة
ثقب بيت الاعتبار مساوية لدائرة سطح المرآة وفي مسافة مثل
تلك المسافة قد ان كلا حتها يصحب اللون معه ويصدر عنه ضوءا
احمر وقد حققنا المراد اعني الضوء الثاني واما الخاص اعني ضوء
الانعكاس فهي تحقيقه اعتبار وذلك ان نلاحظ كون ضوء الشمس
داخلا من الثقب واقعا في بيت الاعتبار قائما ونلاحظه حال كونه
منصرفا عن مسامته الثقب بعد وقت من النهار قائما اخرى ليكون
الضوء الثاني الصادر من الجزء داخلا الى البيت وفي كل من الحالتين
نضع على موقع الضوء جسما ارجوانيا اللون وحاد به مرآة قريبة منه

من الضوئين هو

في المرصد الاول

١٧



مقابلي الحركة والسكون الحاصل على سطح بحري سريع الجري بري الماء ساكنا
وبري ما تحته متحركا بالي خلاف حركة الماء واذا كان في احدى سفينتين
جاريتين جريا متقاربا متحاذيا والماء جار وواقف فيهما راقبتين بالماء
جاريتها الى خلاف جهة سيرها واذا كانا متحاذيين في جهة واحدة وما كانا
في الحركة فبري التي هو فيها ساكنة والاخرى متحركة بتركب الحركتين وبري
الكواكب والجبل والحائط الغربية اليه متحركا الى خلاف جهة سيره وما كان
ابعد عن ذلك المرئي فيراه متحركا الى جهة حركته واذا كان ساكنا وتوسط
بينه وبين القمر سلاح راقب فيري القمر سائرا الى خلاف جهة سير السحاب ويري السحاب ساكنا وسبب ذلك في المرئي الذي
التقضي والتعرم شبا خشيا الى خلاف جهة السير والغفلة يشبه العارض بالمعروض وفي البعيدة مقابلته تصرم المحاذي من البعيد
بتصرم محاذات الغريب المتصرم الى خلاف جهة السائر فيكون تصرم البعيد الى خلاف جهة الغريب ومحالف المحالف موافق وفي
بقية المقالات يتبع من الاغالبط ما يعلم اساسه بقياس ما تقدم وليس في اصلاحه امر كبير

المرصد الثاني في رؤية الانعكاس

وهي رؤية الاشياء على سمت غير مستقيم بملاحظة سطح صقيل وذلك
انه لما كان الواقف على شاطئ ما في قرار غدير يري صورا لقائمات
والاشخاص التي ذلك الماء بينه وبينها على سطح الماء كانها مرتسمة عليه
بل رآها وهي غائصة مكبوسة فيه وبري هذه الحالة مطردة في كل
صقيل كثيفا كان او مشفا رآه غدير مني كان ومنعه عن البصر
مثل وضع سطح ذلك الماء منه فاقتضت ارآء الحكماء البحث عن هذا
الامر وبيان مقتضياته في سائر السطوح الصقيلة المعروفة
بالمرآتي فنهد ذلك في صدر وستة فصول الفصل
انواع المرآتي سبعة المسطحة اعني مستوية السطح وقطعة الكرة
والاسطوانة والمخروط محدبا او مقعرا فهذه هي المرايا السبع
التي بها تعتبر احوال الانعكاس وخواصه واما المخروط الكامل محدبا

حد النقطة نوع من الظل



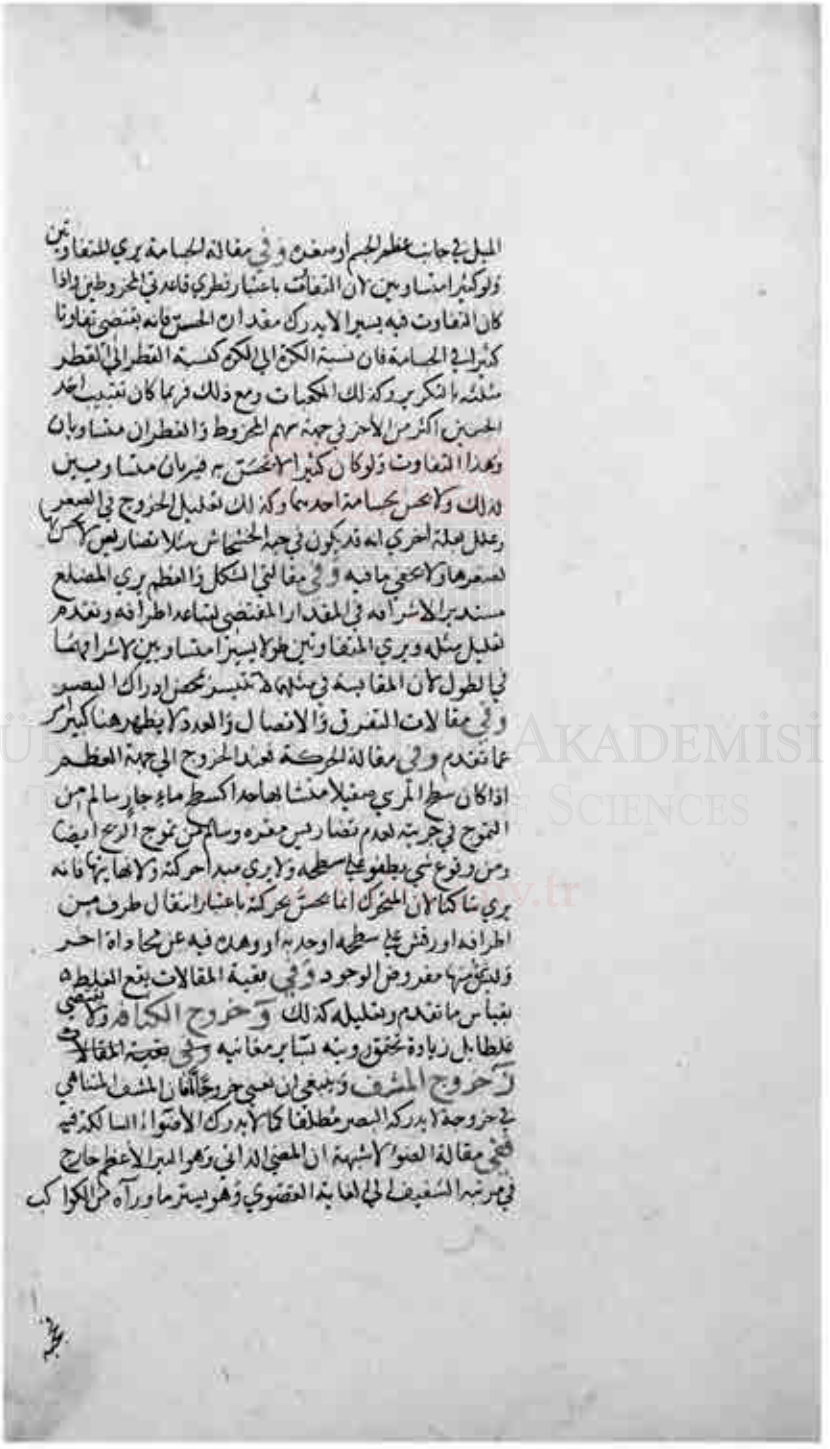








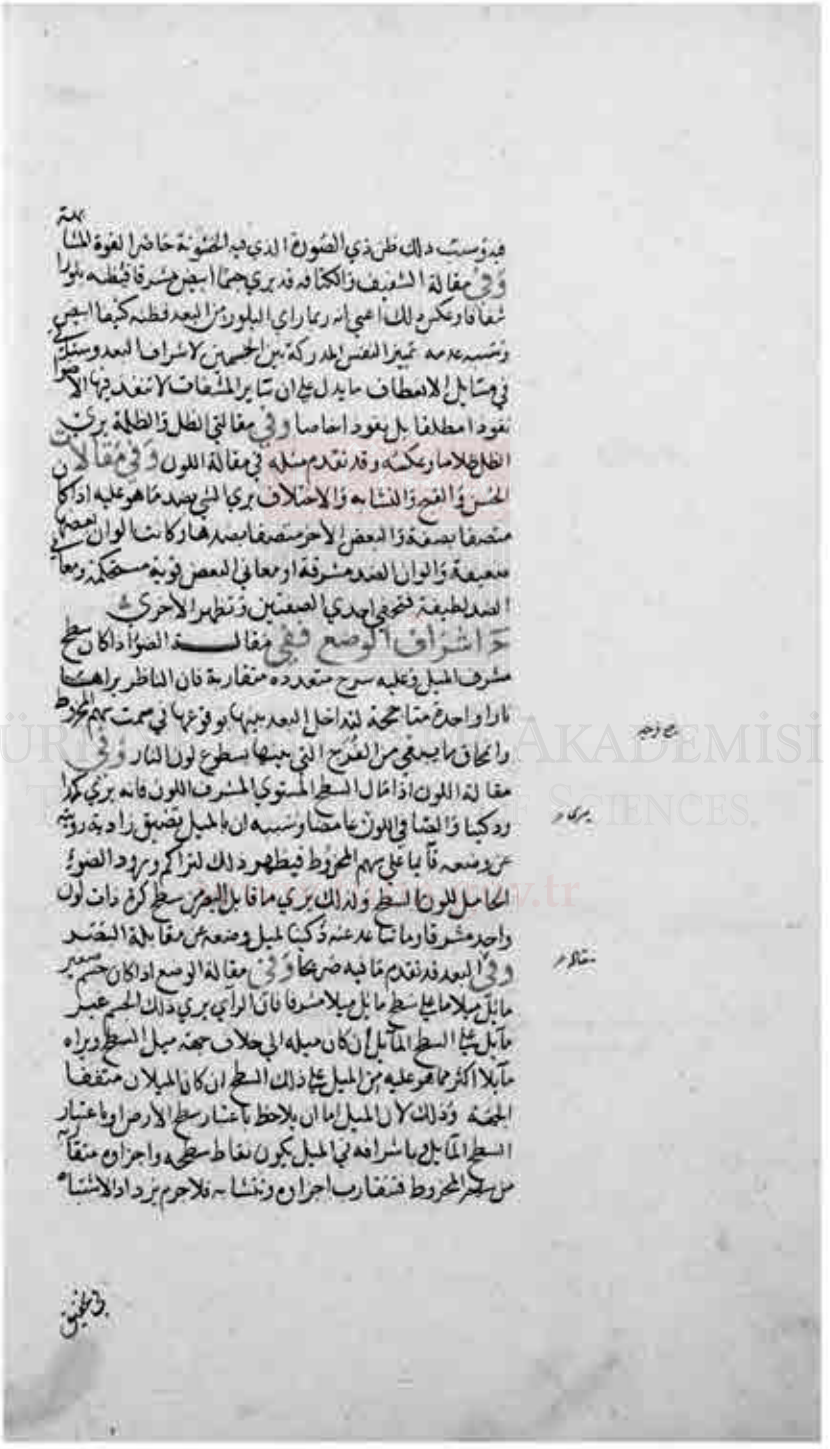












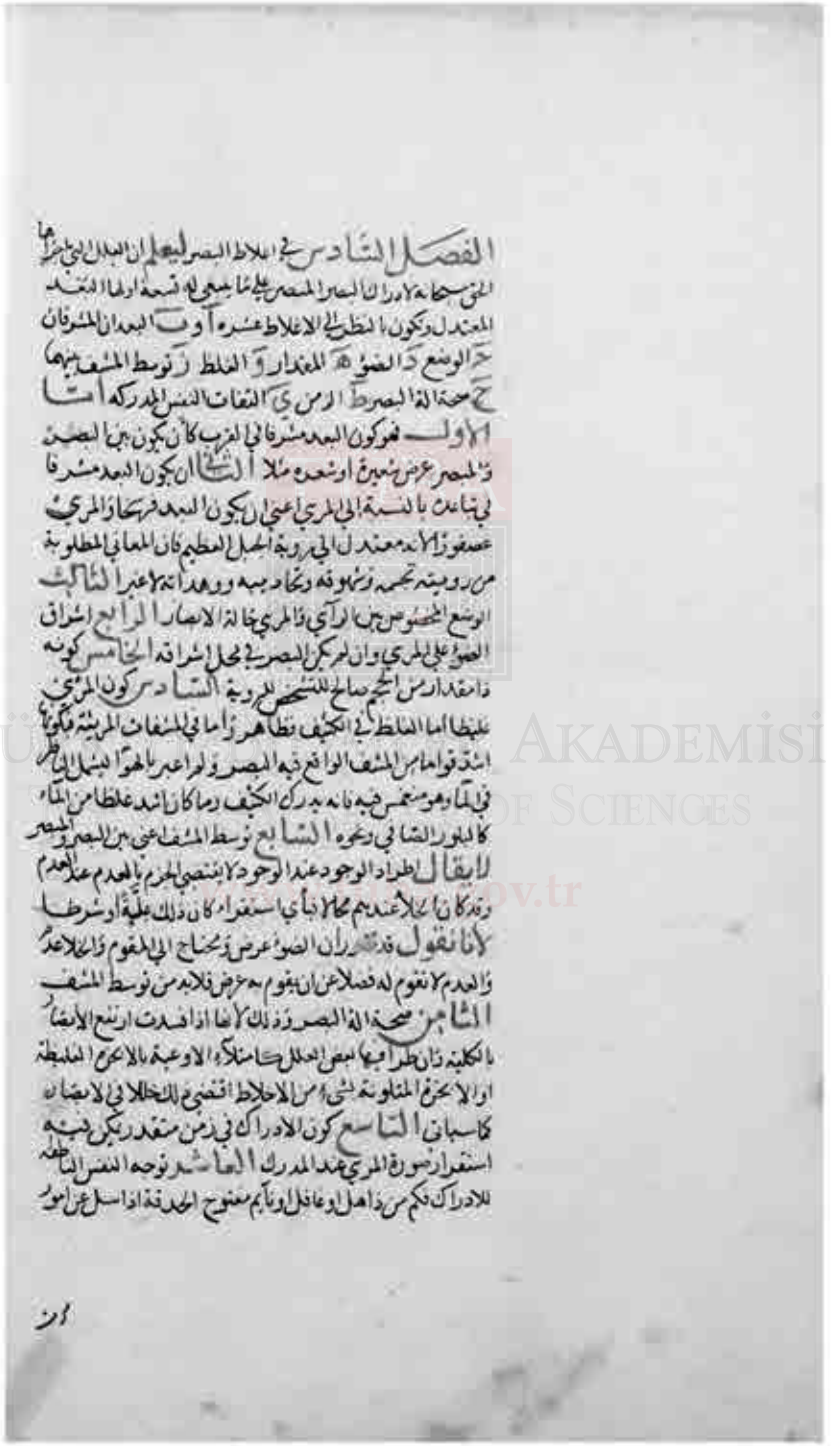




في وسط سطحه وسميه اندماج البعدين وفي مقالتي الحسامة
والمظم يري اقرب المتساويين اعظم من الابعد فليكن
لبيانه مقادير آب ح د ح د من خط آد متساوية
ومركز البصر ه وافرضهاسنه ان نقول
فان يري اعظم من ح د ويري
اعظم من ح د برهانه اتا نصل
ه آ ه ب ه ح ه د ونخرج
من ب خط ب ز موازي
ح ه فتكون نسبة

ان الي ح ك نسبة ز الي ه ك وان ح ك متساويان فاذه ز ب متساويان
ه ب ز اعظم من ه ز ب فزاويه ه ب ز اعظم من زاوية ه ب ز اعني مساويتها
وهي ب ه ح فان يري اعظم من ب ح ويري اعظم من ح د بمثل
هذا البرهان فان يري اعظم كبر امن ح د وذلك ما اردناه ٭
ولو اخرجنا خطا ح موازيا لخط آ ب فكان اقصر من آ ب لبرهنا ان
نسبة ه ز الي آ ه كنسبة ح الي آ ب وه ز نصف ٭ آ ح فنصف آ ب
ربما مر بان من زاوية واحدة متساويان في الزوية واحد بما نصف
الاخر وكما كانت النسبة حسا اوسدسا لساوي خمسه اوسدسه
في تلك الزاوية هذا ان كان المربيان خطين فان كانا سطحين وقطر
احدهما نصف قطر الاخر كانت مساحته ربع مساحته اعني نصف
نصفه وان كان ربعا كانت ربع ربعه منناه بالتكرير ومع ذلك يتساويان
في زوية البصر ولا يخفى ان نسبة المحمات الي بعضها مسلمة بالتكرير
في كونه نصفا تكون النسبة نصف نصف النصف اي ثمانية في كونه
ربعا تكون النسبة مسبة واحد من اربعة وستين اعني ربع ربع الربع
وجرم الشمس قد رجرم القمر في الزوية والحال ان نسبة جرم القمر الي جرمها
اصغر من نسبة الواحد الي عدة الوف [illegible]
في الرسالة الكاملة وكما لا يري الصغير والكبير فيقبل بهما العدم
وسميه صبق الزاوية بحيث يكون موضع ساقي مثلث محوط الزوية من





الفصل السادس في اغلاط البصر ليعلم ان العلل التي يجزها
التي سبحانه الادراك البصر المبصر على ما سبق له تسعة اولها البعد
المعتدل وكون بالنظر الى الاغلاط عشرة او ست البعدان المشرفان
ح الوضع ذ العضو ه المقدار و الغلظ ز توسط المشف بينهما
ح صحة آلة البصر ط الرمي ي الثقات النفس المدركة اما
الاول فهو كون البعد مشرفا في القرب كأن يكون بين البصر
و المبصر عرض شعيرة او شعره مثلا الثاني ان يكون البعد مشرفا
في تباعد بالنسبة الى المرئي اعني ان يكون البعد فرجا و المرئي
عضوا لا بعد معتدل الى رؤية الجبل العظيم فان المعاني المطلوبة
من رؤيته تجمعه و تشوفه و تحاد به و وهداته الاعتبار الثالث
الوضع المخصوص بين الرائي و المرئي حالة الابصار الرابع اشراق
العضو على المرئي و ان لم يكن البصر في محل اشراقه الخامس كونه
و امقداره من الحجم صالح للتشخص للرؤية السادس كون المرئي
غليظا اما الغلظ في الكثيف ظاهر و اما في المشفات المرئية فكونها
اشد قواما من المشف الواقع فيه البصر و لو اعتبر بالهواء المتصل الى الناظر
في الماء و هو مشمس فيه فانه يدرك الكثيف و ما كان اشد غلظا من الماء
كالبلور الثاني و نحوه السابع توسط المشف بين البصر و المبصر
لا يقال اطراد الوجود عند الوجود لا يستلزم الجزم بالعدم عند العدم
و قد كان الحال عند عدم محال بأي استقراء كان ذلك علة او شرطا
لانا نقول قد تقرر ان الضوء عرض و يحتاج الى المقوم و الحال عند
و العدم لا تقوم له فحلا عن ان يقوم به عرض فلا بد من توسط المشف
الثامن صحة آلة البصر و ذلك لانها اذا فسدت ارتفع الابصار
بالكلية و ان طرأ فيها بعض العلل كما ملأ الاوعية بالاجرام الملطخة
او الاجرام المتلونة شيء من الاخلاط اقتضى ذلك خللا في الابصار
كما سيأتي التاسع كون الادراك في زمن متقدر يكن فيه
استقرار صورة المرئي عند المدرك العاشر توجه النفس الناطقة
للادراك فكم من ذاهل و غافل و نائم مفتوح الحدقة او اسل عن امور



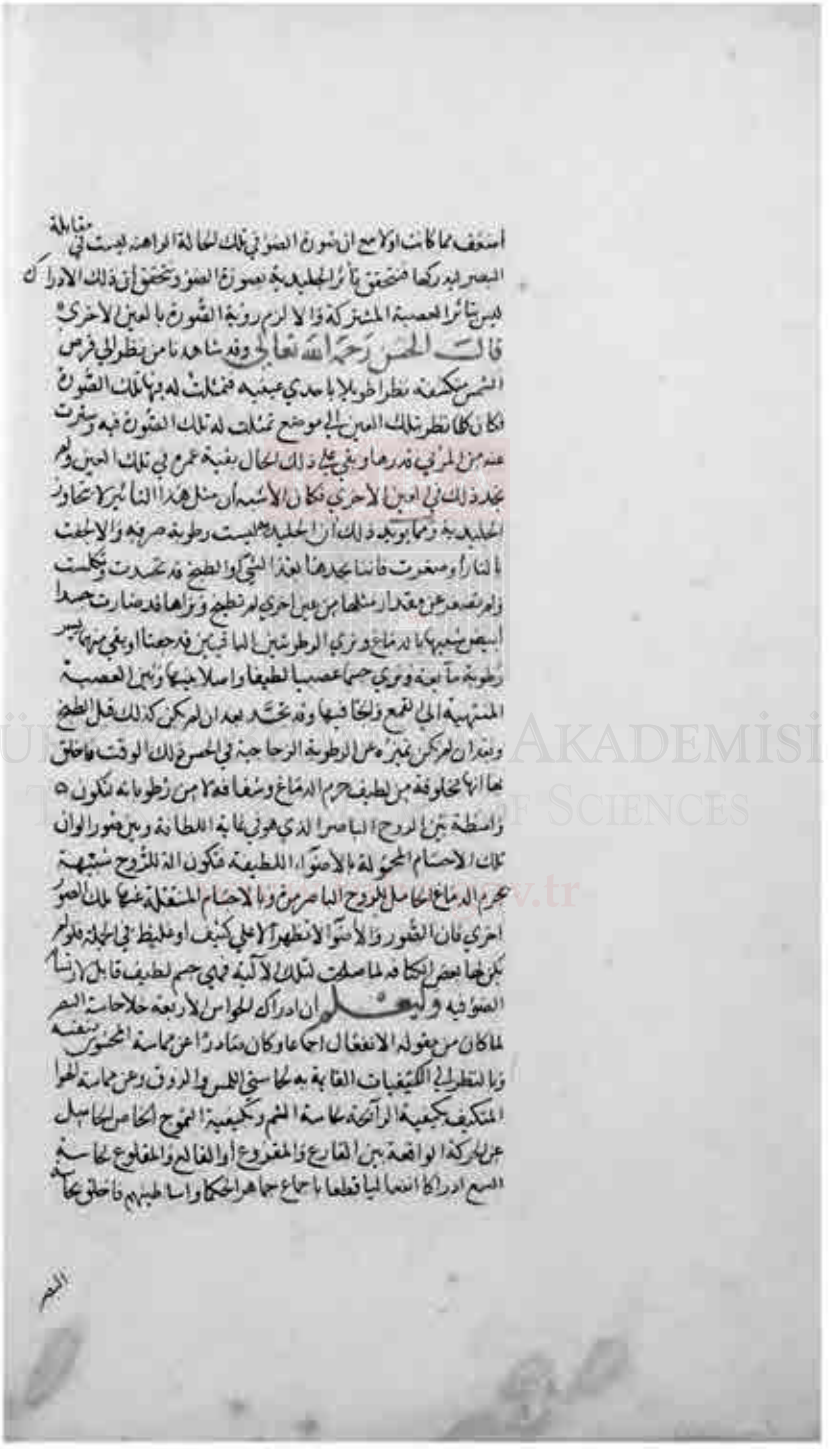
جامة اخري عمر ابن السراج الاحمر والثعلب ربما لونها في موضع صوف
ذلك السراج ولم يتغير صوف موضع ما عداه من المكشف والمقطوع بالكلية
الاولي مختلفا لوامتزجت الالوان في مسقف الهوا المتوسط بين السراج
والكيف الابيض الواقع عليه اصولها امتزجت في الثعلب ولم تتمايز
بعد ذلك وكانت لونا واحدا او شاب لون احدها لون الاحمر شيئا ما
من قبل قبول مسقف الجليدية للصور كقبول بقية الطبقات وسائر
المشفات لاعمالتهيوتها للاحساس بصور تنفعل قبول احساس
وقبول شفيف ولذلك تنالم من الانفعال بالاصوا القوية وربما قبول
الانطباع والاصباغ لكان الاحساس وهو مما يزول بزوال مؤديه
ما لم يتوسط من صوا ظاهر كصوا البدا الاعظم يحدث فيها كثافة وسبعا
رما يبقي دهرا مما عمها الكثافة فاعمتها كما تقدم في احوال الفضاض
من اخوذ الحدقة مع بقاجرمها بان تنفع في مقابلة الشمس او في مقابلة
شعاع مرآة مقعرة فانها تبلغ لاحراقه ويستديم ذلك دهرا ما معلوما
فيحصل وهاب البصر جملة واحدة لان الحراق تطمسها فتصير جضبة
كانشاهدها صارت كذلك من الروس المطبوخة والمشوية كما تفعل
الحراق في بياض البيض فحسبان القادر القاهر وامابقية المشفات
فلا تقبل الانصباغ بالوان الاصوا مختلفا وقد تقدم اعتبار وهو امر
محسوس ٭

ح المعاني المدركة بالحس انواع كثيرة نحصلها بالاستقرا اثنان وعشرون
معقولة وهي الضو واللون والبعد والوضع والجسامة والشكل
والعظم والمتفرق والاتصال والعدد والحركة والسكون
والخشونة والملاسة والثخين والكثافة والظل والظلمة
والحسن والقبح والتشابه والاختلاف ٭

ح اتم الابصار علي ثبوت خطوط مستقيمة بعد نفوذ الصور من الطبقة
القرنية الا من شعاع واحد هو سهم مخروط الضوا الوارد بالصورة وكون
قبة الاشعة هنالك انكسارها رمانا لعين بالانعطاف وسنأتي
مسئلة علي اوضح بيان ان شا الله تعالي ٭





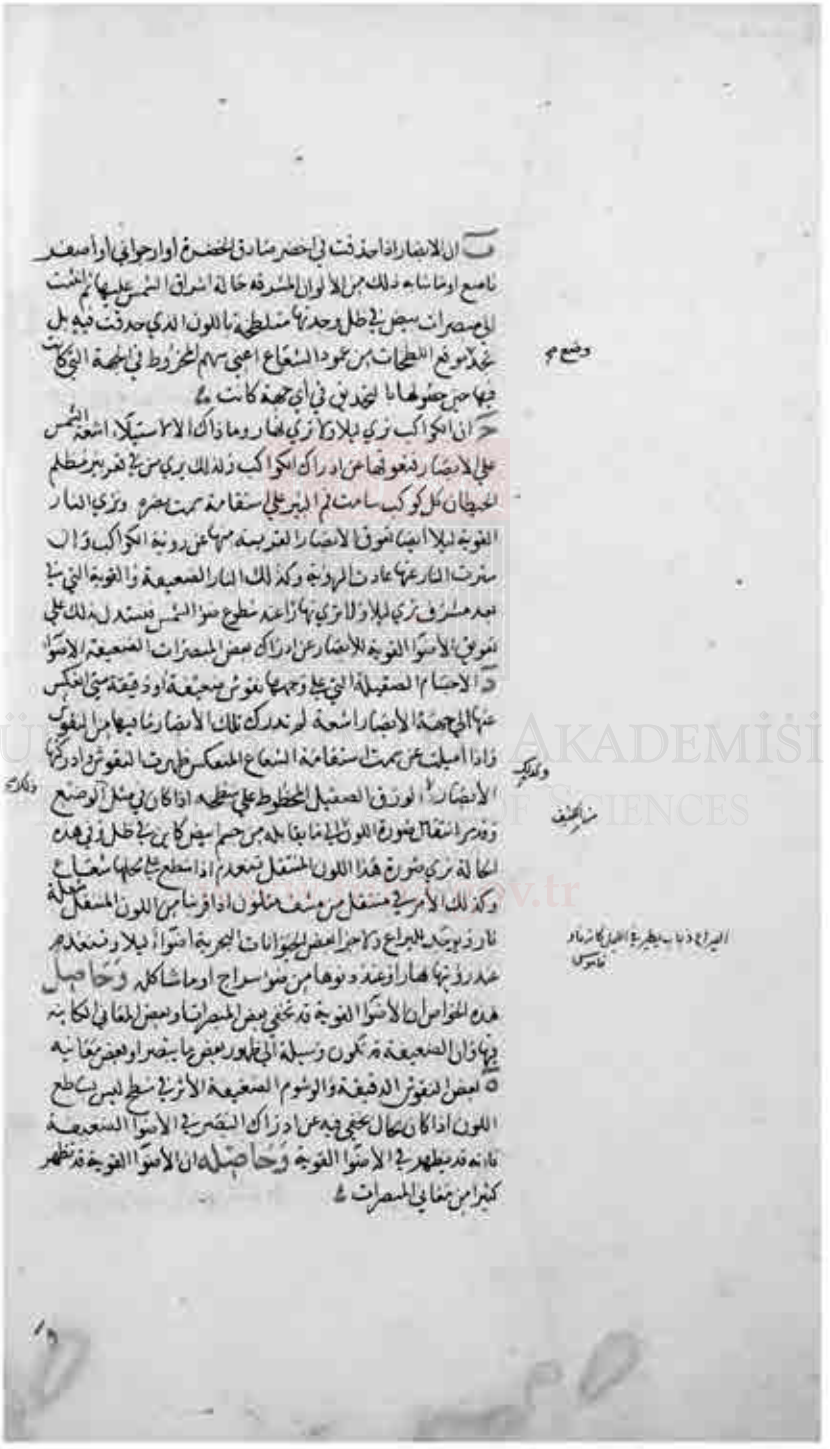




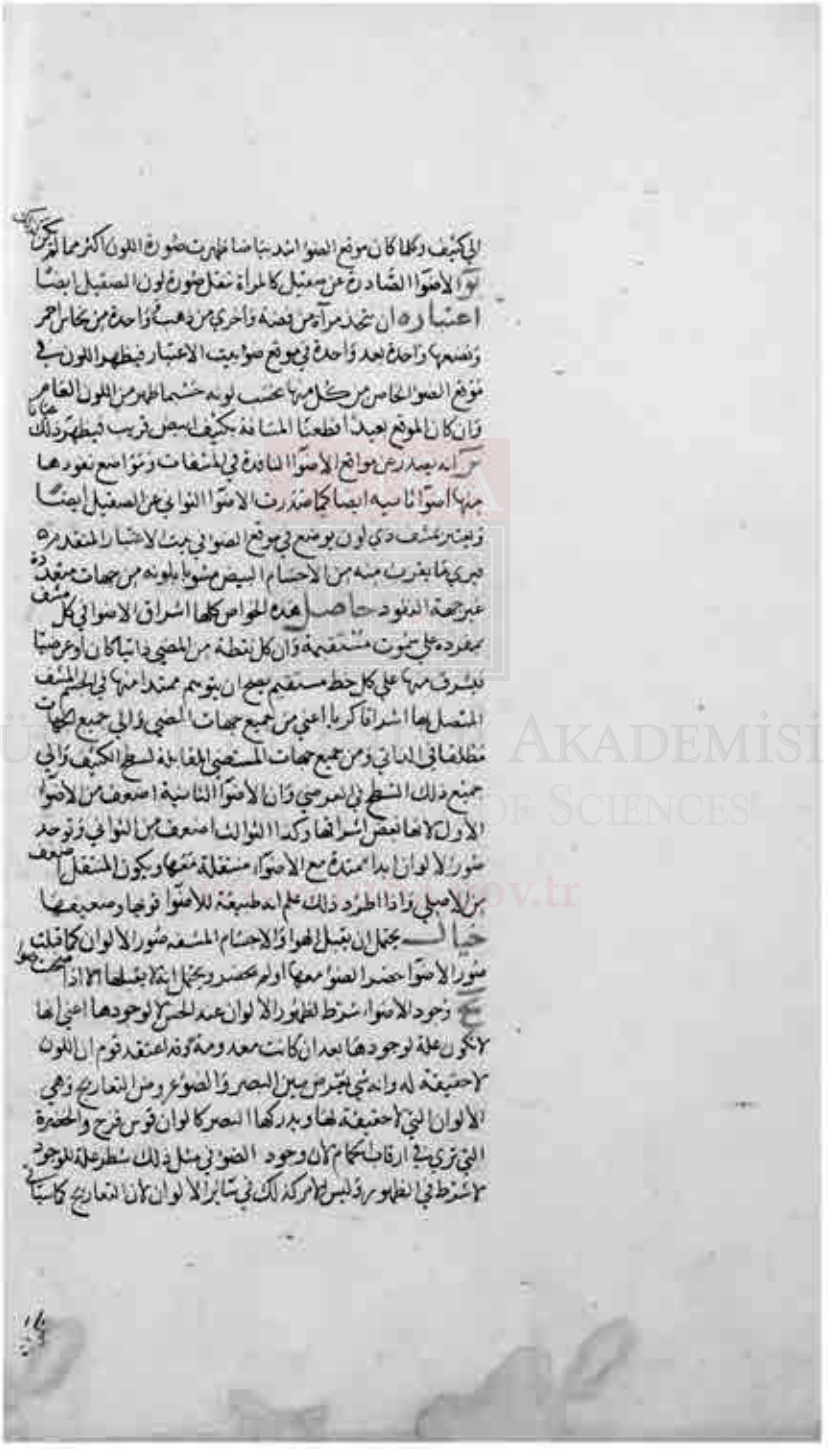
الفصل الخامس في كيفية الابصار وذلك اربعة مقالات
المقالة الاولى في كيفية ابصار الالوان
المقالة الثانية في كيفية ابصار الاضواء
المقالة الثالثة في كيفية ابصار الاشكال
المقالة الرابعة في كيفية ابصار الاوضاع


والبرديه ايضا
الجليديه
الجليديه







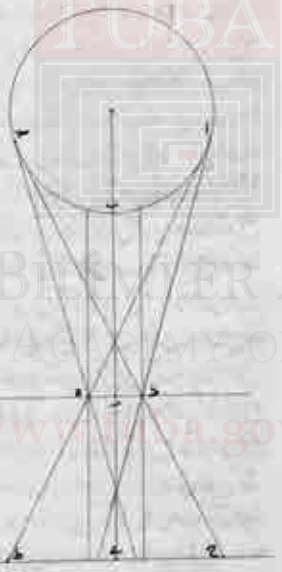






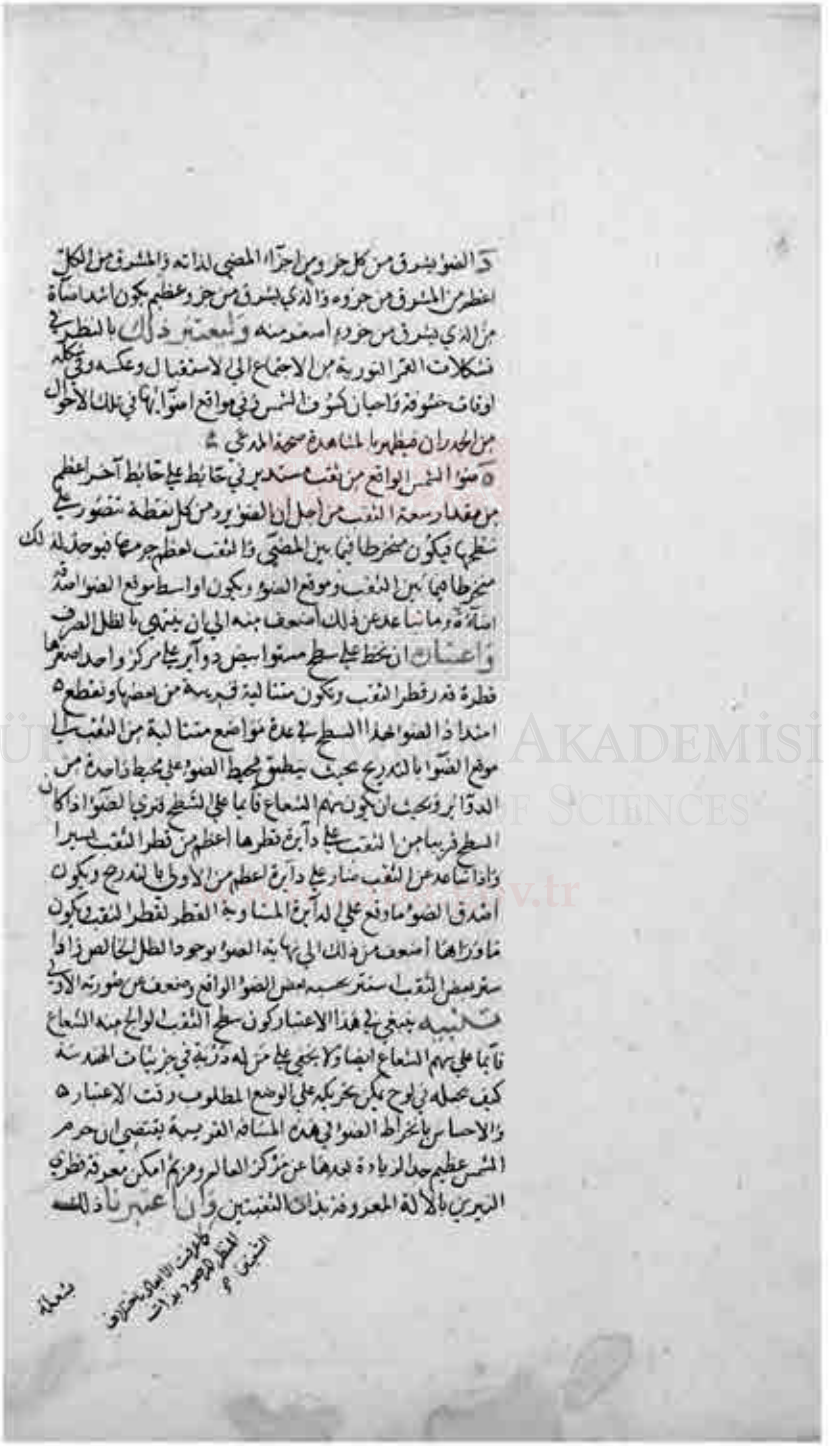


TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES
www.tubitak.gov.tr

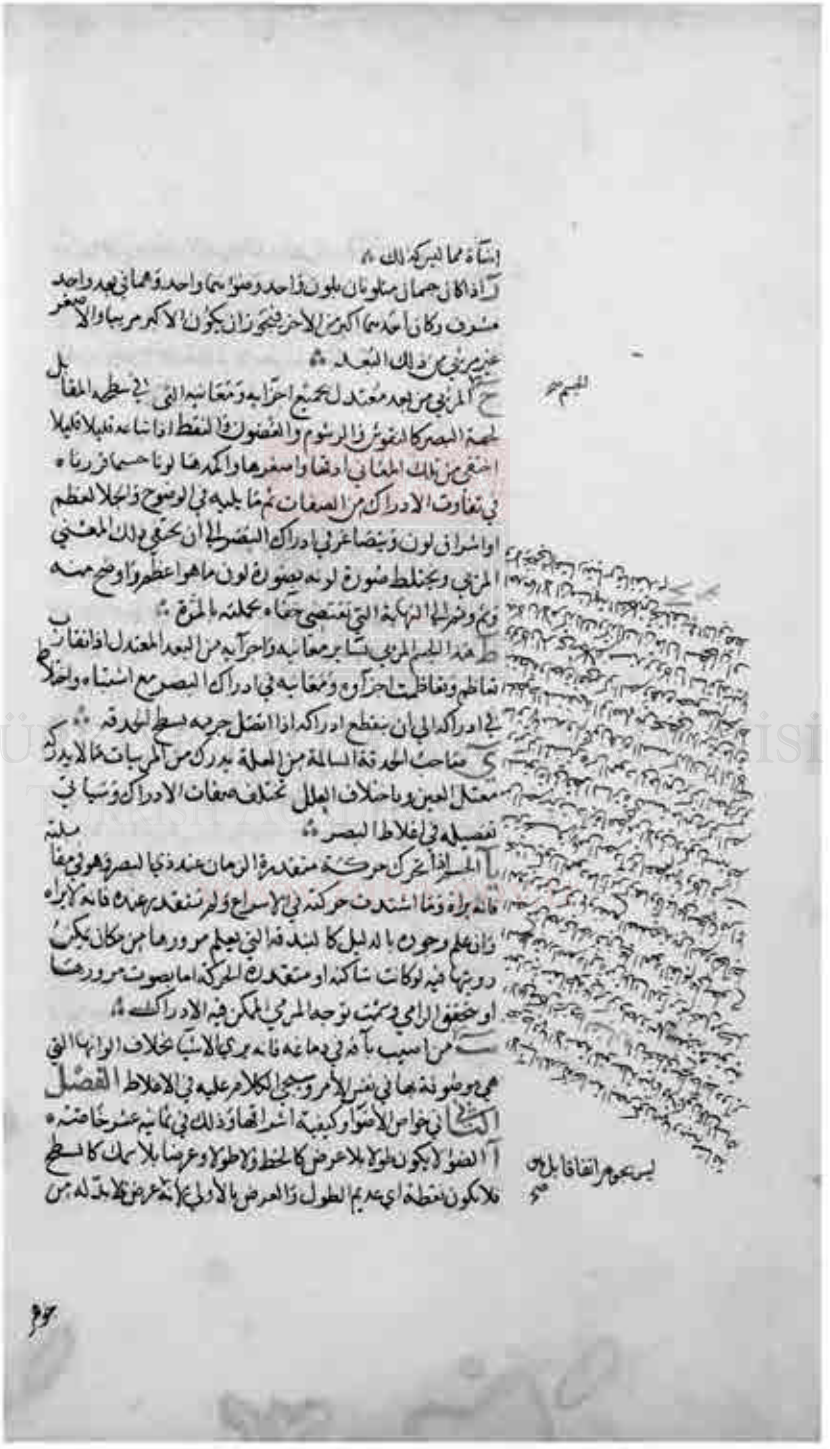


TÜBA
TÜRK BİLİMLER AKADEMİSİ
ACADEMY OF SCIENCES
www.tuba.gov.tr











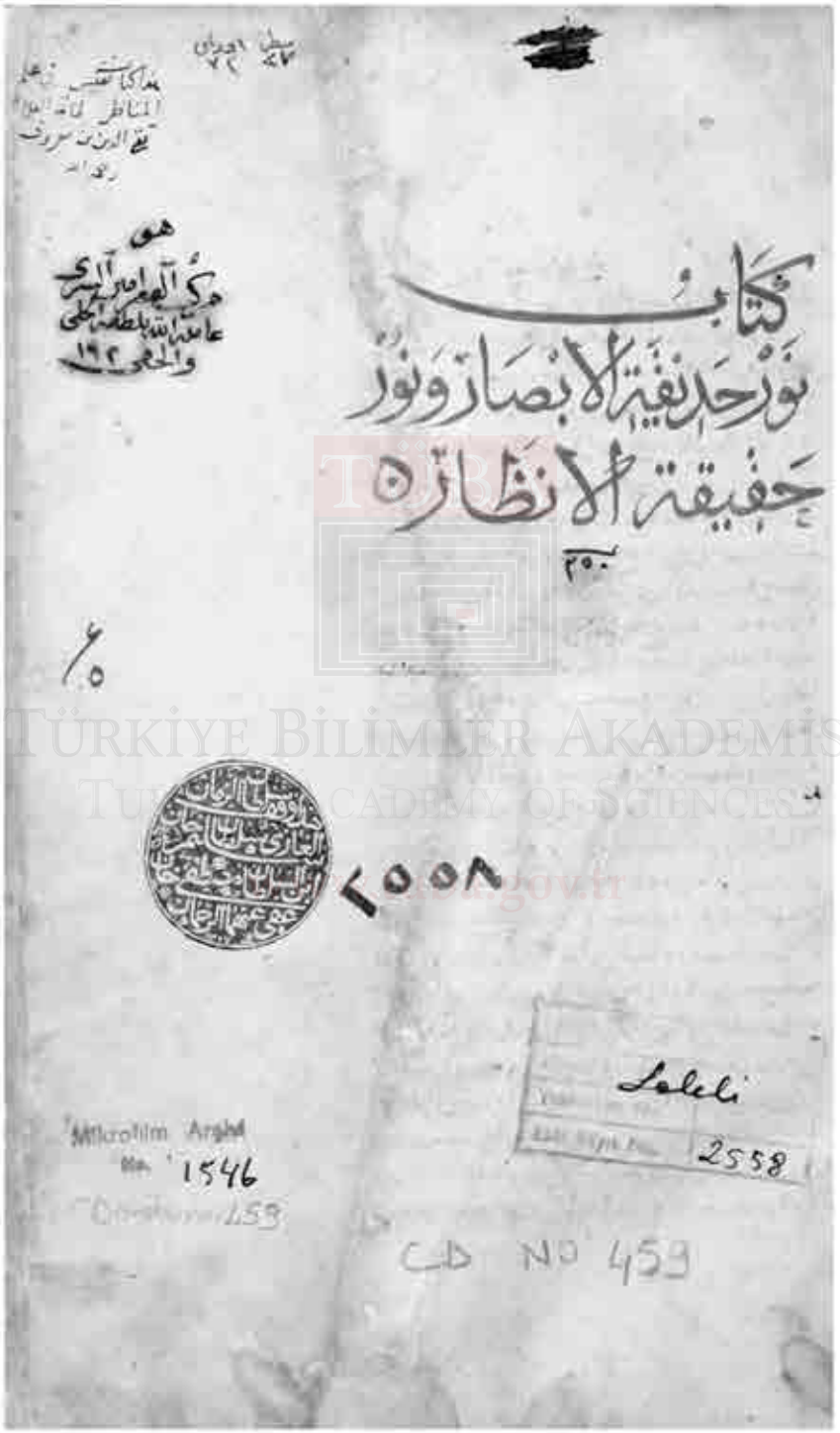











كتاب
نور حديقة الابصار ونور
حقيقة الانظار
٢٥٠
٧٥٥٨
Microfilm Archive
No. 1546
CD NO 459
2558