



**FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİLİM TARİHİ ANABİLİM DALI
BİLİM TARİHİ PROGRAMI**

**İBNÜ'L-HEYSEM'İN GÖKKUŞAĞI VE HÂLE RİSALESİNİN
EILHARD WIEDEMANN'IN TERCÜMESİ ÜZERİNDEN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MELEK ADEMİ

İSTANBUL, 2021



**FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİLİM TARİHİ ANABİLİM DALI
BİLİM TARİHİ PROGRAMI**

**İBNÜ'L-HEYSEM'İN GÖKKUŞAĞI VE HÂLE RİSALESİNİN
EILHARD WIEDEMANN'IN TERCÜMESİ ÜZERİNDEN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MELEK ADEMİ
(190141101)**

**Danışman
(Prof. Dr. Atilla BİR)**

İSTANBUL, 2021

05/ 07/2021

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Bilim Tarihi Anabilim Dalı'nda 190141101 numaralı Melek Ademi'nin hazırladığı "İBNÜ'L-HEYSEM'İN GÖKKUŞAĞI VE HÂLE RİSALESİNİN İNCELEME, TERCÜME VE YORUM" konulu Yüksek lisans. tezi ile ilgili Tez Savunma Sınavı, 05/07/2021 pazartesi. günü saat 10:30' da yapılmış, sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin **KABULÜNE** karar verilmiştir.

Düzeltilme verilmesi halinde:

Adı geçen öğrencinin Tez Savunma Sınavı .../.../20... tarihinde, saat ...:.... da yapılacaktır.

Tez Adı Değişikliği Yapılması Halinde: Tez adının İBNÜ'L-HEYSEM'İN GÖKKUŞAĞI VE HÂLE RİSALESİNİN EILHARD WIEDEMANN'IN TERCÜMESİ ÜZERİNDEN İNCELENMESİ şeklinde değiştirilmesi uygundur.

Jüri Üyesi	Tarih	İmza
(Danışman) Prof. Dr. Atilla BİR	05/ 07/2021	KABUL
Prof. Dr. Mustafa KAÇAR	05/ 07/2021	KABUL
Dr. Öğr. Üyesi Kaan ATA	05/ 07/2021	KABUL
(İkinci Danışman) *.....	.../.../20...
*.....	.../.../20...

*2. Danışman varsa doldurulacak

BEYAN

Bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bağılı olduğum üniversite veya bir başka üniversitedeki başka bir çalışma olarak sunulmadığını beyan ederim.

Melek Ademi

TEŞEKKÜR

İbnü'l-Heysem'in kaleminden yazılmış olan risale, özetini Eilhard Wiedemann tarafından incelemek ve "Gökkuşığı ve Hâle" gibi zor bir konunun tarihsel süreçlerinden nasıl incelendiğini çalışmak oldukça zor olmuştur. Fakat ne şanslıyım ki bu zorlu süreçte hocalarımla ve arkadaşlarımla büyük yardım ve desteğini gördüm. Herşeye rağmen bu tezi yazmaktan büyük onur duyduğumu ifade etmek isterim.

Bu süreçte, öncelikle konunun belirlenmesi, araştırılması, kaynakların belirlenmesi, Almanca tercümelerin yapılması; kısaca hemen her durumda bu tezin gerçekleşmesini sağlayan danışman hocam Prof. Dr. Atilla Bir'e sonsuz teşekkür ederim. Tezin başından sonuna kadar bizzat ihtiyaç duyduğum her an yanımda oldu ve yardımlarını esirgemedi. Hocamın tavsiyeleri, maddi ve manevi desteği olmasaydı bu tez belki de tamamlanamazdı.

Tezimi okuyarak katkılarda bulunan ve tezin planının belirlenmesi hususunda FSM Bilim Tarihi Bölüm Başkanı Prof. Dr. Mustafa Kaçar, Arapça dil, gramer açısından ve terimlerin açıklanması noktasından emek ve desteklerini esirgemeyen Öğr. Üy. Dr. Adem Akın'a ve Dr. Said Sabbagh bey'e teşekkürlerimi sunarım.

Tezimde ihtiyaç yazma eserlere ulaşmamı sağlayan Süleymaniye Yazma Eserler Kütüphanesi, Hacı Selim Ağa Kütüphanesi, Prof. Dr. Fuat Sezgin İslâm Bilim Tarihi Araştırmaları Vakfı'nın zarif müntesiplerine de şükranlarımı sunuyorum.

Tez aşamasında Türkiye Milli Kültür Vakfı tarafından düzenlenen araştırma yöntem ve teknikleri dersi için Prof. Dr. Halil Ekşi hocaya teşekkür ederim. Aynı şekilde Prof. Dr. Fuat Sezgin İslâm Bilim Tarihi Araştırmaları Vakfı Kütüphanesi'nde görevli Gürsel Aksoy'a araştırmanın tamamlanması için sunduğu faydalı görüş ve bilgiler nedeniyle teşekkür ediyorum.

Son olarak sevgili aileme bu süreçteki koşulsuz destekleri ve anlayışları için teşekkür etmek isterim.

İBNÜ'L-HEYSEM'İN GÖKKUŞAĞI VE HÂLE RİSALESİNİN EILHARD WIEDEMANN'IN TERCÜMESİ ÜZERİNDEN İNCELENMESİ

Melek Ademi

ÖZET

İbnü'l-Heysem'in "Gökkuşığı ve Hâle Üzerine" risalesi İslam Dünyasında gökkuşığı ve hâle hakkında yazılan ilk bilimsel eserdir. Bununla birlikte günümüze sadece Arapça olmak üzere ulaşan bu eser henüz türkçeye çevirilmemiştir. Eilhard Wiedemann tarafından Almanca olarak özetlenen bu eser İbnü'l-Heysem'in risalesini anlamaya yardımcı olmuştur.

İbnü'l-Heysem'in açıklamaları sonucunda gökkuşığı ve hâle tarihine doğrudan katkısı büyük bir ağırlığa sahip değildi, fakat yine de dolaylı olarak çalışmaları en önemli ilham kaynağıydı. Bu bağlamda, İbnü'l-Heysem'in gökkuşığı hakkında verdiği geometrik incelemesi başarıya doğru ilerlemesini sağlamıştır, fakat felsefi acıdan bakıldığı zaman çok az ilerleme kaydetmiştir.

İbnü'l-Heysem'in "Gökkuşığı ve Hâle Üzerine" yazdığı risalesi gerek İslam dünyasında gerek orta çağ'da bilim adamların ilgisini çekmeyi başarmıştır, konuyla ilgili kaynakların yazılmasında etkili olmuştur. Bilim tarihinde önemli bir yere sahip olan bu risale, yansıma, kırılma, optik gibi kavramlarla gökkuşığı ve hâle hakkında bilgiler verir.

Bu tezin yazılmasının amacı, konuyla alakalı bilgilerin derinlemesine irdelemektir. Bu konuda yazılmış olan birçok eser hakkında bilgi edinerek bilim adamlarının gökkuşığı ve hâle'yle ilgili verdiği düşünce ve teorilerini değerlendikten sonra var olan farklılıkları göz önünde bulundurmaktır.

Anahtar Kelimeler; İbnü'l-Heysem, Gökkuşığı, Hâle, Optik, Yansıma, Kırılma.

**EXAMINATION OF IBN AL-HAYTHAM’S TREATISE ON
HALO AND RAINBOW
THROUGH EILHARD WIEDEMANN’S TRANSLATION**

Melek Ademi

ABSTRACT

Ibn al-Haytham’s “On the Rainbow and Halo” is the first treatise in Islamic literature on rainbow and halo. However, this work reached today in Arabic version and it was not translated into Turkish yet. This treatise was summarized by Eilhard Wiedemann in German it helped us to understand Ibn al-Haytham’s work.

Direct contribution of Ibn al-Haytham’s work on rainbow and halo has not been that much but his work always has been one of the most important source of inspiration. In this context, Ibn al-Haytham’s analysis in geometry on rainbow paved the way for him to success. However, its contribution has been less from the philosophical point of view.

Ibn al-Haytham’s “on the Rainbow and Halo” always drew attention of scientists in Islamic World and in the Medieval and had influence on other work on the same subject. This work which has an important place in the history of science gives information about reflection, refraction, optics, rainbow and halo.

The purpose of this dissertation is to analyse deeply the information about this subject by taking into consideration of different opinions and theories of scientists on rainbow and halo.

Keywords; Ibn al-Haytham, Rainbow, Halo, Optics, Reflection, Refraction.

ÖNSÖZ

İslamın ilk iki yüzyılında olduğu gibi aynı dönemde Avrupa’da genel anlamda optikte, özel olarak hâle ve gökkuşağı konularında Yunanca, Latince ya da başka bir dilde yazılmış eserlere rastlanmaz. Miladi onuncu yüzyılın sonlarında Müslüman dünyasındaki optik alanında çalışmalar fiziğin optik biliminin bir statüsü niteliğindedir. On ikinci yüzyılın ortalarından itibaren, özellikle Haçlı savaşları sonrasında İslam dünyasının bilimsel, kültürel ve teknik gelişmelere yakından tanık olan Avrupalılar hemen her alanda bir değişim yaşamışlardır. Bu durum, bir çeviri dalgasını başlattı ve 13. Yüzyıla gelindiğinde Avrupa, sadece İslam bilim kaynaklarına değil İslam çevirileri sayesinde Eski Yunan bilim eserlerinin de büyük bir kısmına ulaşma imkânına kavuşmuştur.

Gökkuşağı ve hâle hakkındaki Türkiye’de İbnü’l-Heysen hayatı hakkında yazılan birkaç makale dışında, Türkçe kaynak bulunmamaktadır. Dolayısıyla konuyu İbnü’l-Heysen’in hayatı ve eserleri yanısıra gökkuşağı ve hâle’yle alakalı konulara yabancı kaynaklardan ulaşıldı.

Bu çalışmamızda İbnü’l-Heysen’in “Gökkuşağı ve Hâle Üzerine” yazmış olduğu Arapça yazma eserinin Eilhard Wiedemann’ın incelemesi üzerinde ele alacağız. Bunu yaparken giriş bölümünde gökkuşağının bilim tarihi perspektifinden nasıl araştırıldığını, bilim adamları tarafından gökkuşağı ve hâle’nin geometrik ve optikle alakalı teorilerini de kapsamaktadır. Ayrıca bilimsel olarak genellikle optikte basit bir geometri problemi olarak varsayılan gökkuşağının, son yıllarda geliştirilen niceliksel teorisi üzerinde de durulacaktır. Bu bağlamda yapılan çalışmamızda hedefimiz, meydana gelen bu boşluğu doldurmak, bilim tarihinde bir katkıda bulunmaktır.

Gökkuşağı konusunu geometrik optik temel üzerinde ilk ele alan kişi Aristoteles’tir. Kendisi bu alanda “Meteorologica” çalışmasıyla ana hatlarıyla konuyu açıklamaya çalışmıştır. Sonrakiler, onun metodolojisini kabul ve takip ettiler veya tamamıyla reddetmişlerdir. Örnek olarak görüşleri Aristoteles’in görüşlerinden

çok farklı olmasa da İbn-i Sînâ (1037) ve İbnü'l-Heysem'in (1039) Aristoteles'in bazı görüşlerini reddettikleri görülüyor. Bu tezimizde, bir bilim tarihi konusu olarak gökkuşağı hakkındaki çalışmaların tarihsel süreci, bilimin ilerlemesiyle bir paralellik kurulabileceğini gösteriyor.

Gökkuşağı konusu İbn-i Sînâ ve İbnü'l-Heysem dışında İslam dünyasında El-Karâfî ve daha birçok bilim adamları tarafından ele alınmıştır. Tezimizde ayrıca Kemâleddin el-Fârisî ve Hocası Kutbeddin eş-Şirazî (1236-1311)'den de bahsedilecektir.

Batı Dünyasında ise gökkuşağını bilim adamları arasında Carl B. Boyer'in kitabına baktığımızda, Albertus Magnus, Witelo, Freibergli Theodoric gibi bilim adamlarından bahsedilmektedir. Fakat daha derinlemesine baktığımız zaman gökkuşağı hakkında incelememizde Robert Grosseteste, Roger Bacon, Freibergli Theodoric, William Gilbert, J. Kepler, René Descartes, Isaac Newton gibi bilim adamlarının bu konuda teoriler geliştirdiklerini; optik, fizik, geometri bilimlerinin metodolojisini temel almak üzere gökkuşağını açıklamak için farklı bilimsel yöntemleri kullandıklarını görüyoruz.

İbnü'l-Heysem'in gökkuşağı ve hâle risalesine ilişkin üç yazma nüshası günümüze kadar gelebilmiştir. Bu yazmalar üzerinde yaptığımız incelemeler ve edisyon kritik çalışmalarımız bu tezin kapsamını aştığı için eserin tercümesini, yukarıda zikrettiğimiz, Eilhard Wiedemann'nın Almanca versiyonundan hocam Atilla Bir'in yardımlarıyla Türkçeye çevirerek yorumlamaya çalıştım. Adı geçen yazmalara ilişkin edisyon kritik çalışmalarımız devam etmekte olup, doktora çalışmamda bu konuyu bir bütün olarak ele alarak aydınlığa çıkarmak azmindeyim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	v
ABSTRACT.....	vi
ÖNSÖZ	vii
KISALTMALAR	xi
GİRİŞ	1
GÖKKUŞAĞI VE HÂLE.....	1
1.1. Din, Mitoloji ve Eski Edebiyatta Gökkuşığı.....	1
1.2. Gökkuşığı Hakkında Yapılan İlk Araştırmalar	4
1.3. Gökkuşığı ve Hâle'nin Oluşumu.....	8
1.4. Gökkuşığı'nın Optik Açından İncelenmesi.....	11
BİRİNCİ BÖLÜM	15
1. İBNÜ'L-HEYSEM'İ GÖKKUŞAĞI VE HÂLE ÇALIŞMALARI ÜZERİNDEN TANIMAK.....	15
1.1. İBNÜ'L HEYSEM'İN HAYATI.....	16
1.2. ESERLERİ.....	18
1.3. ARİSTOTELES'İN GÖKKUŞAĞI HAKKINDAKİ GÖRÜŞ VE GÖZLEMLERİ	26
1.4. ARİSTOTELES VE İBN-I SÎNÂ'DA RENK TEORİSİ	29
1.5. ARİSTOTELES'İN YANSIMA TEORİSİ	33
1.6. İBNÜ'L- HEYSEM'DE GÖKKUŞAĞI VE HÂLE TEORİLERİ	35
1.7. ÇAĞDAŞI İBN-İ SÎNÂ'DA GÖKKUŞAĞI VE HÂLE TEORİLERİ	39
1.8. KEMÂLEDDİN EL-FÂRİSÎ'NİN GÖKKUŞAĞI TEORİSİ.....	43
1.9. EL-KARÂFÎ'NİN GÖKKUŞAĞI TEORİSİ.....	47
1.10. MİRİM ÇELEBİ GÖKKUŞAĞI VE HÂLE ÜZERİNE	50
İKİNCİ BÖLÜM.....	52
2. GÖKKUŞAĞI VE HÂLE'NİN BATIYA GEÇİŞİ ve AVRUPA'DAKİ ÇALIŞMALAR.....	52
2.1. ROBERT GROSSETESTE GÖKKUŞAĞI ÜZERİNE.....	52
2.2. ROGER BACON'A GÖRE GÖKKUŞAĞI	54
2.3. FREİBERGLİ THEODORİC'E GÖRE GÖKKUŞAĞI.....	58

2.4. WILLIAM GILBERT GÖKKUŞAĞI ÜZERİNE	64
2.5. JOHANNES KEPLER GÖKKUŞAĞI ÜZERİNE	65
2.6. RENÉ DESCARTES VE GÖKKUŞAĞININ YARIÇAPI	69
2.7. ISAAC NEWTON GÖKKUŞAĞI ÜZERİNE	73
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	76
3. EILHARD WIEDEMANN'IN TERCÜMESİ VE YORUMU	76
SONUÇ	94
KAYNAKÇA	97
EKLER	101

KISALTMALAR

a.e.	: Aynı eser/yer
a.g.e.	: Adı geçen eser
a.g.m.	: Adı geçen makale
a.y.	: Yazara ait son zikredilen yer
çev.	: Çeviren
dia	: Türkiye Diyanet Vakfı İslam Ansiklopedisi
s.	: Sayfa/sayfalar

GİRİŞ

GÖKKUŞAĞI VE HÂLE

1.1. Din, Mitoloji ve Eski Edebiyatta Gökkuşığı

Arap bilimsel eserlerinin Yunan öncüllerinden, Helen öncesi uygarlıkların klasik antik çağından çok daha fazlasını ödünç aldığı düşünüldüğünde, hacimli eserlerde bulunabilecek özgünlük kıvılcımlarının varlığı göze çarpar. Bu, diğer alanlar için olduğu kadar gökkuşığı teorisi için de geçerlidir. Hem Yunanistan'da hem de Arabistan'da gökkuşığına erken atıflar şiirsel kaynaklarda yer almaktadır. Bir versiyonda gökkuşığı, bulutların arasında dolaşan, dolu okları atan gök gürültüsü Tanrının yayı olarak tasvir edilmiş, bir diğerinde ise, yerden sarkan zirveleri olan karanlık hava küresinin üzerine güney rüzgârının elleriyle tutulan bir duvar halısı olarak düşünülmüştür. Diğer birçok yerde olduğu gibi, buna genellikle gökyüzünün yayı veya bulutların yayı “Arcus Daernonis” veya “Allah'ın yayı”¹ denirdi.

Gökkuşığı teorisi geçmiş tüm kültürlerde vardı. Bilimin kökeni, Homeros günlerine kadar uzanmaktadır, ancak o zamanlar optik, fizik veya meteoroloji denen şeye eşdeğer hiçbir çalışma yoktu.² Gökkuşığı hakkında yazılan kaynaklara bakıldığı zaman gökkuşığıyla ilgili bilgiler çok gerilere gitmektedir. Örneğin Eski Cermenler için gökkuşığının manası tanrıların yeryüzünde gezmek istedikleri zaman kullandıkları bir köprüydü. Japon Şinto rahiplerin de bu konuya benzer düşünceleri vardı. Babililere göre ise gökkuşığı İstar'ın kolyesi veya sevginin tanrısıdır. Çinlilere göre Yin ve Yang yani erkek ve dişi prensiplerin birleşmesi sonucunda gökkuşığı meydana gelmiştir. Meşhur tarihçi Homeros, İlyada'da muharebe meydanında Afrodit'i Olimposa kaçırdığı an Tanrıça İris'in gökkuşığını izlediği

¹ Carl B. Boyer, **The Rainbow, from Myth to Mathematics**, Princeton, New Jersey, 1987, s. 75.

² Boyer, **a.g.e.**, s. 33.

rivayet edilir.³ Bu şekilde gökkuşağıyla alakalı rivayetler Antik Yunan'a kadar devam etmiştir.

Efsanelerde gökkuşağı, çeşitli şekillerde talihsizliğin habercisi veya iyi şansın işareti olarak kabul edilir. Bazıları, kuru zeminden kuru zemine yay gibi uzanan bir gökkuşağı iyi bir alâmet (şans) iken, yayın suya yansımalarının kötü bir alâmet olduğunu düşünmüştür. Rüyada bir kişi gökkuşağı gördüğünde, Batı'da veya Doğu'da görülen yaya göre bir hediye vereceğini veya alacağını⁴ söylenir.

Arapça'da "alâimü's-semâ", Türkçe'de "ebemkuşağı" olarak bilinen "gökkuşağı" klasik metinlerde "kavs-i kuzah" adı altında incelenmektedir. İslam kültüründe ise meteorolojik bir olayın incelenmesi olarak bilinir.⁵

İbranice "gökkuşağı" (קשת בענן) kelimesinin ikili bir rolü vardır, hem "savaş yayı" hem de "gökkuşağı" anlamına gelir. Çoğu yorumcu, bulutların içindeki yayı askeri bir anlam olarak anlar ve şu veya bu şekilde Tanrı'nın savaş yayını temsil eder. Julius Wellhausen genellikle bu yorumun ilk önericisi olarak görülse de temel detaylar aslında çok daha eskidir. Bazı haham (Yahudi) yorumcular gökyüzündeki gökkuşağını, okların yere değil yukarı doğru bakacak şekilde ters çevrilmiş bir savaş yayının sembolü olarak gördüler. Bu nedenle gökkuşağı, barışın bir sembolüdür. Wellhausen, gökkuşağının Tanrı'nın yayını temsil ettiğini, dolayısıyla onun gazabını ima ettiğini öne sürdü. Wellhausen'ın tezindeki varsayımlar, daha sonraki akademisyenleri etkiledi.⁶ Çoğu yorumcu gökkuşağının önemini, düşmanlarının yenilgisinden sonra bir tarafa yerleştirilen Tanrı'nın savaş yayının bir temsili olarak, zafer veya barış ve uzlaşmanın bir işareti olarak gördü. Son zamanlarda bazıları, yayın olduğu gibi görülmesi gerektiğini öne sürdü. Bu ise Tanrı'nın savaşta düşmanlarla yüzleşmeye istekli olduğu anlamına gelir.⁷ Gökkuşağının önemi

³ Boyer, **a.g.e.**, s. 18.

⁴ Boyer, **a.g.e.**, s. 28.

⁵ Hüseyin Gazi Topdemir, "Gök Kuşağı", **Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi (DİA)**, (İstanbul, Türkiye Diyanet Vakfı, 2000), XIV s. 122.

⁶ Laurence A. Turner, "The Rainbow as the sign of the covenant in Genesis IX 11-13", **Vetus Testamentum**, C. 43, No. 1, 1993, s. 119.

⁷ Turner, **a.g.m.**, s. 120.

konusundaki bu tarz görüşleri destekleyen bilim adamları mevcutken, buna karşı çıkan bilim adamları da mevcuttu.

Kutsal Kitap'ta gökkuşağı dört yerde geçmektedir. Yaratılış'ta, Tufandan sonra “Rabbın Nuh ile Anlaşmasının” temel bir ifadesidir. Yüce Rabb görkemle gören peygamberin şöyle bildirdiği Hezekiel'in Vizyonu'nda ortaya çıkıyor: “*Yağmur gününde bulutun içindeki yayın görünüşü gibi, parlaklığın görünümü de etrafta dolanıyordu. Bu, Rabb'in ihtişamının görünüşüydü.*”⁸ Rab gökkuşağını gördüğünde ne kötülere karşı gazabını ne de sulara karşı verdiği sözde savaşını hatırlar. Gökyüzü suları tutacak. Böylece gökkuşağı, Eski Ahit'te bahsedilen diğer iki antlaşma işaretine benzer bir şekilde hareket eder. Bu işaretlerin her ikisi de insanlara kendi antlaşmalarına uymaları için uygun hatırlatmalar olarak hizmet ederken, bu durumda gökkuşağı, Tanrı'ya yeryüzünü asla sular altında bırakmama vaadini hatırlatmak için somut bir sembol sağlar.⁹

Budistler arasında gökkuşağının renkleri, yedi gezegen ve dünyanın yedi bölgesiyle ilişkilendirildi.¹⁰ Çin gökkuşağı literatüründe, gökkuşağı sınıflandırmaları beyaz, kırmızı, yeşil, gri; düz gökkuşağı, erkek ve kadın gibi türlerde gökkuşakları bulunur. Bu çeşitli gökkuşakları ister ailede ister siyasi meselelerde, hasadın zenginliği veya yoksulluğu, isyan, kocaya sadakatsizlik veya talihsizliğin bir işareti olabilirdi.¹¹ Çin'de de gökkuşağı sadece tarımda değil, aynı zamanda siyasi ilişkilerde ve evlilik sadakatinde de tahminlerde bulunulmasında önemli remizlerden biriydi. Gökkuşağının oluşumu kısmen Yin ve Yang, eril ve dişil ilkelerin bir tür kombinasyonuna, kısmen de belirli yıldızların çözülmesine atfedildi. Çin'de çift gökkuşağı'nın eşzamanlı olarak görüldüğünde, erkek gökkuşağının parlaklığını, dişinin de daha zayıf olduğunu belirten bir tahmin var.¹² Böylece bulut ince

⁸ Liz James, “Colour and the Byzantine Rainbow”, **Cambridge University Press**, C. 15, No. 1, 1991, s. 75.

⁹ Turner, **a.g.m.**, s. 121.

¹⁰ Boyer, **a.g.e.**, s. 28.

¹¹ Aydın Sayılı, “The Aristotelian Explanation of the Rainbow”, **Isis**, C. 30, No. 1, 1939, s. 82.

¹² Boyer, **a.g.e.**, s. 24.

olduğunda ve güneş ışığı yağmur damlalarından yansıtıldığında, erkek gökkuşağı ortaya çıkar.

1.2. Gökkuşağı Hakkında Yapılan İlk Araştırmalar

Meteorolojik ve optik gök görüntüleri Allah'ın üstün gücünü simgeleyen harikalardır. Gözden irak olmaları ve dikkatli incelenememeleri nedeniyle bu olayların nedenleri, genellikle gizli kalmış olmakla birlikte, bunlardan gökkuşağı ve hâle'yi eskiler zekâ, sezgi ve daha öncekilerin bulgularından yararlanarak zamanla açıklamaya çalışmışlardır. Her ne kadar vardıkları sonuç, nedenleri ve anlaşılabilirlikleri yönünden kabul edilebilir olmakla birlikte, görüntü ışınlarının özellikleri yönünden bu bilgiler çelişkili ve kanıtlara aykırıdır.¹³

Gökkuşağı bir doğa harikası, özel bir fenomendir, açıklama gerektirir. İnsanlık tarihinde hiçbir zaman gökyüzünde beliren bu renk yayına kayıtsız kalınmamıştır. Efsanevi, dogmatik veya spekülâtif yorumlardan memnun olmaktan ziyade, özellikle on dördüncü yüzyıldan beri onu rasyonel terimlerle açıklamaya yönelik girişimlerde bulunulmuştur.¹⁴ Gökkuşağı, aynı zamanda doğadaki en güzel görsel tezahürlerden biridir ve bir anlamda soyut bir olaydır.

Gökkuşağı, İslam ve Hristiyan dünyalarında birçok orta çağ yazarı tarafından incelenmiştir. Kuşkusuz bunun önemli nedenlerinden biri, Aristoteles'in bu konudaki düşüncelerinin mevcudiyetidir. Darüislam'da onun otoritesine İbn-i Sînâ (1037) ve İbnü'l-Heysen (1039) tarafından itiraz edildi, ancak onların görüşleri özellikle Aristoteles'in görüşlerinden çok farklı değildi.¹⁵

Antik Yunan filozofları gökkuşağını tanımlamaya çalıştılar ve Aristoteles, onu fizikçilerin incelediği fenomenler arasına tamamen dahil eden ilk kişi oldu. Bulutlara yansıyan güneş ışığı, ışık ışınlarının görülme sıklığı, gökkuşağının dairesel şeklinin

¹³ Eilhard Wiedemann: Beiträge zur Geschichte der Naturalwissenschaften. XXXVIII. "Theorie des Regenbogens von Ibn al Haitam" **Sitzungsberichte der Physikalisch- medizinischen Sozietät in Erlangen** 46. 1914 (1915) s. 70.

¹⁴ Douwe Tiemersma, "Methodological and Theoretical Aspects of Descartes Treatise on the Rainbow", *Studies on History of Philosophy and Science*, C. 19, No. 3, 1988, s. 347.

¹⁵ Sayılı, **a.g.m.**, s. 65.

nedeni, sonsuz derinliğin optik etkisi, gökkuşağını bilim ve simya karışımıyla inceleyen araştırmacılar bu konu hakkında yüzyıllardır merak uyandırdılar.¹⁶ Roger Bacon (1214–1294), Freibergli Theodoric (Meister Dietrich, Theodoricus Teutonicus de Vriberg, 1250-1310) ve René Descartes (1596–1650) gibi bilim adamları, fenomeni spekülâtif olarak araştırdılar, bilim ve simyayı, duyu ve duyarlılığı karıştırmak üzere gökkuşağının renklerinin göze fiziksel ve duyuusal etkiler yoluyla ulaştığını varsaydılar.¹⁷

İslam dünyasında, gökkuşağının açıklaması çabalarına onikinci yüzyılın ikinci yarısında Kutbeddin Şirazi’de, onüçüncü yüzyıl sonlarına doğru Kemâleddin el-Fârisî’de; Batı’da ise ondördüncü yüzyıl başlarında, Freibergli Theodoric gibi bilim insanlarının çalışmalarıyla karşılaşılıyor. Bu dönem oldukça önemli ve çağ açıcıdır. Bundan sonra gelen bilim adamları tarafından bilginin nakıs olmasına rağmen Decrates ve Newton tarafından bu bilginin tatmin edici seviyesine ulaşmış olduğunu¹⁸ görüyoruz.

Gökkuşağını geometrik optik temel üzerinde, doğa ilminin konusu olmak üzere ayrıntılı bir inceleme konusu yapan bilim adamı Aristoteles’tir. Atmosferde su zerreciklerinin bulunması sonucunda gökkuşağının meydana geldiğini ortaya koyan bilge, güneş gözlemi ve yayın konumu hakkında da geometrik bilgiye sahipti. Aristoteles’e göre gökkuşağının oluşmasında önemli olan “yansıma”dır ve bunun oluşması ancak havadaki nemin yoğun olmasının güneş ışınlarının yansımasının sonucudur.¹⁹

Aristoteles, atmosferdeki su damlacıklarının varlığı ile gökkuşağının oluşumu arasındaki nedensel ilişkiyi fark etti. Güneşin, gözlemcinin ve yayın göreceli konumlarında yer alan geometrik tekdüzelikleri biliyordu. Bunlar, gökkuşağının tam açıklamasına yönelik iki önemli adımdır ve gelişmelerin bununla gerçekleştirildiğini görüyoruz. Halihazırda toplanmış çok sayıda gözlemlenen gerçek buluyoruz ve

¹⁶ Massimo Corradi, “A Short History of the Rainbow”, *Lett Mat Int*, C. 4, 2016, s. 49.

¹⁷ Corradi, **a.g.m.**, s. 50.

¹⁸ Aydın Sayılı, “İbn Sina’da Işık, Görme ve Gökkuşağı”, **Ibn Sina Doğumunun Bininci Yılı Armağanı**, T.T.K., Ankara, 1984 s. 297.

¹⁹ Topdemir, “Gök Kuşağı“, s. 122.

bunların çoğu doğrudur. Aristoteles'in gökkuşağı açıklaması çalışmasında gökkuşağının şeklini belirlemek için geometrik çizimler içerilmektedir. Böylece, Aristoteles'in gökkuşağının bilimsel açıklamasında büyük ilerleme kaydettiğini görüyoruz. Bu, Çin gökkuşağı çalışmalarıyla karşılaştırılarak netleştirilebilir. Öte yandan, elbette, Aristoteles'in tüm açıklamalarının gökkuşağı teorisinin kaynağını oluşturduğu düşünülmemelidir. Çünkü kendisi konuyla alakalı önceki filozoflardan çok şey öğrenmiş, kadim bilim adamlarının ifadelerine atıfta bulunmuştur.²⁰ Genel olarak, o zamanki genel bilimsel bilgi düzeyi göz önüne alındığında, Aristotelesçi gökkuşağının açıklaması bilimsel bilgiye büyük bir katkı sağladı.²¹ On üçüncü yüzyılın sonlarına ve on dördüncü yüzyılın başlarına kadar bu konuda gerçek bir ilerleme kaydedilmedi.

Gökkuşağını açıklamaya yönelik Aristoteles'in (geometrik ayrıntılar hariç) İbn-i Sînâ, El-Karâfî, Eilhard Wiedemann ve İbnü'l-Heysen tarafından çemberin şeklini açıklama kısmındaki açıklamalar benzerdir, fakat bazı değişiklikler de içerir. Aynı şekilde gökkuşağının şekli için yapılan hesaplama yöntemi de Freibergli Theodoric'in hesaplamasıyla aynıdır.²²

Gökkuşağıyla alakalı Boyer'in kitabında da çeşitli açıklamalar mevcuttur. Bu kitap hem ilkel insanın hem de modern bilim adamının dikkatini çekmeye yetecek kadar olağanüstü bir fiziksel fenomeni ele alır. Bilim tarihinin ilgisini ve değerini göstermeye daha uygun bir tarihsel olayı hayal etmek zor olurdu. Boyer, önceki çalışmalarında bilim ve bilim tarihi ile ilgilenme yeteneğini göstermiştir ve bu kitap otoriter bir değere sahip olup son derece önemlidir.²³ Boyer'in eseri, insanın gökkuşağına duyduğu hayranlığın onun renklerini ve oluşumunu açıklama girişimlerinin öyküsünü ilk olarak 1959'da yayınlandı. Boyer'in dediği gibi, "*Gökkuşağı, yalnızca doğanın günlük yaşamda bize sunduğu en hassas fenomendir*". Ve aşk arasındaki etkileşimi gösteren erken efsaneden modern zamanlara kadar olan gökkuşağı açıklamasının öyküsü, geometrik optik ve fizik bilim tarihinde ilginç bir

²⁰ Sayılı, **a.g.m.**, s. 65-66.

²¹ Sayılı, **a.g.m.**, s. 82.

²² Sayılı, **a.g.m.**, s.79.

²³ Robert P. Multhauf, "The Rainbow", **Isis**, C. 131, s. 29.

vaka çalışması sunmuştur.²⁴ Boyer, bugüne gelince, gökkuşağının tarihi mitolojik bir aşamadan, bir yansıma aşamasından, bir kırılma aşamasından, bir geometrik aşamadan, bir dağılma aşamasından, bir girişim aşamasından ve bir kırınım aşamasından geçti, ancak bununla ilgili algı hakkında çok az şey öğrenildi. Belki tarihte psikolojik bir aşamaya giriyoruz,²⁵ der.

Boyer gökkuşağı hakkında şunları da yazdı: “*İbnü'l-Heyssem'in geometrik incelemesi üzerine yapılan yorumlar bu zorlu fenomeni başarıya götürürken, felsefi çalışmalar gökkuşağının gizemlerini çözmede çok az ilerleme kaydetti. Bu başarıyı haklı kılan muhtemelen matematiğin kendisinden çok yeni deneysel yaklaşımıydı.*”²⁶

Çalışmalarının planlanması ve mantıksal organizasyonu, yazarın kitabını başkalarına genellemeler önerecek bir kaynak haline getirir ve klasik mekanik alanı dışındaki erken dönem fiziğin birkaç kapsamlı çalışmasından biridir. Daha sonraki saha çalışmalarından bilinen isimler burada anılıyor ve görüşlerinden bahsediliyor. Ancak gökkuşağının ötesinde Batlamyus, Archimedes, Philopon, İbnü'l-Heyssem, Buridan, Oresme, Leonardo, Gilbert, Galileo ve Kepler gibi insanların görüşlerinin daha az önemli olduğu görülüyor. Öyleyse gökkuşağı teorisindeki ilerlemelere katkıda bulunanlar kimdi?²⁷

En önemli katkılarda bulunanlar arasında şunlar vardı: Aristoteles, İbn-i Sînâ, İbnü'l-Heyssem, Albertus Magnus, Witelo, Kemâleddin el-Fârisî, Freibergli Theodoric (kısmen deneyden türetilen gökkuşağı teorisine katkısı, "orta çağ zamanlarının bilimine en büyük katkısı olarak tanımlanmaktadır"), De Dominis, Descartes, Marci, Newton ve Mariotte. Descartes ve Newton hariç, bunların hiçbiri genellikle fiziğin gelişiminde büyük figürler olarak görülmez.

²⁴ Peter Hamshere, “The rainbow from myth to mathematics”, **The Mathematical Gazette**, C. 72, No. 461, 1988, s. 259.

²⁵ Hamshere, **a.g.m.**, s. 259.

²⁶ Roshdi Rashed, “Le modèle de la sphère transparente et l'explication de l'arc-en-ciel : Ibn al-Haytham, al-Farisi”, **Revue d'histoire des sciences et de leurs applications**, C. 23, No. 2, 1970, s. 114.

²⁷ Multhauf, “The Rainbow”, s. 29.

1.3. Gökkuşığı ve Hâle'nin Oluşumu

Gökkuşığı nedir? Bu incelemenin sonlarına doğru, doğanın en muhteşem manzaralarından birinin ardında fizik ve matematikle açıklandığı gerçeğini yansıtan, birbirini dışlayan ancak birbirini tamamlayan bazı açıklamalar not edilecektir. Daha temel bir gözlem düzeyinde, kuşkusuz herkes gökkuşığı dediğimiz renkli ışık yayını tanımlayabilir. Prensip olarak, ne zaman birincil bir gökkuşığı varsa, daha büyük ve daha zayıf bir ikincil yay vardır.²⁸

Gökkuşığı, buluttan düşen su damlacıklarının, güneşin bu su damlacıklarını aydınlatması sonucunda gökyüzünde görünen renkli yay takımı olarak isimlendirilir. Bu renkli yay takımı veya gökkuşığı çoğu zaman bir kez görülmesine rağmen bazen de aynı anda iki gökkuşığı da görülmüştür. Bunların da müstakil isimleri vardır. İlk görünen gökkuşığı birincil, diğer gökkuşığına ise ikincil adı verilir. Gökkuşığının dıştan içe doğru renkleri kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, lacivert ve mor olmak üzere yedi renkten oluşmaktadır. Bu renk sıralaması birincil gökkuşığını teşkil eder. Bununla birlikte ikincil gökkuşığının renk sıralaması tam tersidir.²⁹ İç gökkuşığında ilk ve en büyük şerit kırmızıdır; dış gökkuşığında buna en yakın ve en küçük şerit aynı renktir.³⁰

Gökkuşığı değişken ve karmaşık bir incelemedir. Özellikle gökkuşığının şeklinin açıklanması için doğrudan ışıkla ilgili fenomenlerin anlaşılmasında geometrinin önemini en iyi bir şekilde belirlemiştir.³¹ Gökkuşığının oluşumunun izah edilmesi, orta çağ optik biliminin Doğu'da ve Batı'da bilinen en büyük başarılarından biridir. Bu optik olgu adı altında olan gökkuşığı o dönemde aynı zamanlarda yaşamış olan Batılı ve Doğulu bilim adamları tarafından bağımsız bir

²⁸ John A. Adam "Like a Bridge over Colored Water: A Mathematical Review of The Rainbow Bridge: Rainbows in Art, Myth, and Science", *Notices of the American Mathematical Society*, C. 49, No. 11, 2002, s. 1360.

²⁹ H. G. Topdemir, *Modern Optiğin Kurucusu: İbnü'l Heysem Hayatı, Eserleri ve Teorileri*, AKM, Ankara, 2002, s. 72.

³⁰ Sayılı, "The Aristotelian Explanation of the Rainbow", s. 69.

³¹ Sayılı, "İbn Sina'da Işık, Görme ve Gökkuşığı", s. 258.

şekilde incelenmiş ve bugünkü bilinen gökkuşağı şeklinde açıklanabilmiştir.³² Albertus Magnus (1200-1280), gökkuşağının oluşumunda bireysel noktalardan kırılmanın rol oynadığını öne süren ilk kişiydi. Ayrıca, siyah boya ile doldurulmuş şeffaf yarım küre şeklindeki bir kabın güneş ışığına yerleştirildiğinde parlak renkli yarım daire biçimli bir kemer çıkardığını belirtti. Albertus, bu kaptaki opaklık derecelerini Grosseteste nem konisi içindeki farklı yoğunluklarla eşitledi. Temel olarak, kabı tek bir yağmur yerine küçük bir bulut olarak gördü.³³ Avrupa'da Albertus Magnus (1206–1280), "Libri Quattuor Meteororum" (Köln, 1250) adlı kitabında XXVIII bölümde, gökkuşağının oluşumunu tüm bulutlardan ziyade tek tek yağmur damllarına atfeder, dışbükey bir yüzey üzerinde basit bir yansımayla değil, aynı zamanda kırılmayla da olur³⁴ der.

“Gökkuşağı” ve "hâle " ile ilgili daha önceki teorilerce, bu fenomen, ışığın (veya görsel ışınların) buharlaşan elementler yoluyla yansıması olarak tanımlandı. Bu şeklin böyle bir açıklaması, Aristoteles'in iki bin yıldan fazla bir süredir bu konudaki düşünceye gerçekten hâkim olan bir çalışması olan "Meteorologica" adlı kitabında verilmektedir. Ancak 13. yüzyılda gökkuşağı teorisine karşı çıkan teoriler, fenomenin kırılmanın bir sonucu olduğu konusunda ısrar etti.³⁵ Aristoteles'in yansıma teorisi, gökkuşağını ve hâleyi tartıştığı konu “Meteorologica” bölümünün içeriğinden çıkarılabilir. Aristoteles, ışınları düz çizgiler olarak ele almak dışında, geometrik optiği oluşturan kavramsal çalışma şemasına henüz sahip değildir. Ayna yüzeyinden ve açılardan bahsetmez. Yalnızca olayın uzunluğu ile yansıyan ışınlar arasında sabit bir oran olduğunu düşünür.³⁶

Gökkuşağını uygun bir şekilde özetleyen H. M. Nussenzweig şöyle söyler:

³² H. G. Topdemir “Kemalüddin el- Farisi'nin Gökkuşağı Açıklaması”, **A.Ü. Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi**, 33, sayı 1-2, 1990, s. 477.

³³ <https://www.encyclopedia.com/science/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/theodoric-freiberg-and-kamal-al-din-al-farisi-independently-formulate-correct-qualitative> (Erişim: 03.03.2021).

³⁴ Corradi, “A Short History of the Rainbow”, s. 51.

³⁵ Carl B. Boyer, “Refraction and the Rainbow in Antiquity”, **Isis**, C. 47, No. 4, 1956, s. 383.

³⁶ Sayılı, “The Aristotelian Explanation of the Rainbow”, s. 75-76.

*"Gökkuşağı, iki kültür arasında bir köprüdür: şairler ve bilim adamları onu tanımlamak için uzun zamandır meydan okudu. Bilimsel tanımlamanın geometrik optikte genellikle basit bir problem olduğu varsayılır... Tatmin edici (kabul edilebilir) bir niceliksel gökkuşağı teorisi sadece son yıllarda geliştirilmiştir. Dahası, bu teori geometrik optikten çok daha fazlasını içerir; ışığın doğası hakkında bildiğimiz her şeye dayanır... "*³⁷

Kuşkusuz, hava durumu tahmincisi olarak hizmet eden tek optik fenomen gökkuşağı değildi. Hâle genellikle iyi hava veya hafif yağmur işaretleri olarak kabul edildi.³⁸ Newton'un konuyla ilgili görüşlerinin oldukça yerinde olduğuna şahitlik ederiz. Hâle ayın ve güneşin etrafında görünen ve bu iki gök cismini merkeze alan ışıklı halkalara verilen bir addır. Hâle güneşin ve ayın olduğu atmosferde yüzen buz billurları etkisiyle ortaya çıkan bir olgudur. Hâle, güneş veya ay ışığının buz kristallerinden yansımaları veya kırılmaları halinde meydana gelir. Işığın yansıması veya kırılma durumu olduğuna göre hâle'nin renkli veya renksiz olması muhtemeldir.³⁹

Hâle miktarı birden çok olabilir ve birden fazla hâle meydana geldiğinde bunlar doğal olarak ortak merkezli olurlar. Newton "Opticks" adlı eserinde su bulunan bir kapta suyun durgun olma sürecinde gözlemlediği hâle şekilleri hakkında şöyle yazıyor:

"Haziran 1692'de içinde bekletilmiş durgun su bulunan bir kapta güneş çevresinde üç hâle, halka, renkli çember, ya da güneşle ortak merkezli üç küçük gökkuşağı gördüm. En içte güneşe en yakın olanın en iç kuşağının rengi mavi, en dış kuşağının rengi kırmızı idi ve ikisi arasında beyaz bir bölge vardı... Bunun hemen dışında aynı renk sırasıyla ikinci hâle gelmekteydi. Üçüncüsünde de aynı renkler aynı sırayla yer almaktaydı. Buna benzer hâleler bazan ay etrafında da görülür. Nitekim 1664 Şubatının 19'unda gece vakti ay çevresinde böyle iki hâle gördüm. İç hâle'nin çapı üç derece kadardı. Onun dışındakinin çapı ise takriben beş buçuk

³⁷ A. Adam, "Like a Bridge over Colored Water", s. 1370.

³⁸ Boyer, **The Rainbow, from Myth to Mathematics**, s. 24.

³⁹ Sayılı, "İbn Sina'da Işık, Görme ve Gökkuşağı", s. 297.

derece idi. Aynı zamanda, yarıçapı $25^{\circ} 35'$ olan üçüncü bir hâle de ayı çevrelemekteydi. Bu hâle elips biçimindeydi ve uzun çapı ufka dik olup alt kısmı aşağı doğru sarkıktı, yani ayın alt kısmında aydan en fazla uzaklaşma durumundaydı. İşittigime göre bazan ayın hemen çevresinde üç ya da daha fazla renkli hâle meydana gelmektedir. Su ya da buz zerrecikleri birbirlerine ne kadar eşit büyüklükte olma durumuna yaklaşırlarsa meydana gelen böyle hâlelerin sayısı o denli artar ve renkleri de o oranda canlı ve parlak olur. Aya yirmi iki buçuk derece mesafedeki hâle başka cinsten bir hâle'dir. Yumurta biçiminde olup alt kısmı sarkık olmakla, böyle hâlelerin havada yüzme durumunda olan kar veya dolu zerreciklerinden ışığın kırılması suretiyle meydana geldikleri ve buradaki kırılma açısının 58 ya da 60 derece olduğu düşüncesindeyim."⁴⁰

Fraunhofer bilim adamı tarafından yapılan laboratuvar araştırmaları sonucunda Newton'un bu görüşleri onaylanmıştır. Kendisi kaplı bir cam levhası alarak su buharı zerrecikleriyle cam üstünde bir ışık kaynağına bakıldığında, su zerreciklerinin büyüklüğünün yaklaşık olarak birbirlerine eşit olduklarını yani bahsedilen hâlelerin ortaya çıktıklarını tespit etmiştir. Aynı şekilde kendisi iki ince cam arasına çok miktarda ve birbirlerine eşit büyüklükte küçük metalik diskler koymuş ve aynı şekilde hâlenin görüntüsü meydana gelmiştir. Ortaya çıkan dairevi çaplarının ışık dalga uzunluğu ile doğru ve metal disklerin zıt orantılı olduğunu saptamıştır. Fransız bilim adamı M. Verdet ile Thomas Young bu konu üzerine farklı gözlemlerde bulunmuşlar.⁴¹

1.4. Gökkuşağı'nın Optik Açıdan İncelenmesi

Gökkuşağı, antik çağlardan beri insanlığı büyüleyen bir optik fenomendir. Gökkuşağı, güneş ışığı atmosferde bulunan çok sayıda su damlacıklarının üzerine düştüğünde oluşur. Gökkuşağının açıklamasına birçok tanınmış fizikçi katkıda bulunmuştur. Gökkuşağı dalgaları teorisi George Airy tarafından geliştirilmiştir ve modern açıklamalar Gustav Mie'nin "Işık Saçılması" (Mie Saçılımı) teorisine

⁴⁰ Sayılı, **a.g.m.**, s. 298.

⁴¹ Sayılı, "İbn Sina'da Işık, Görme ve Gökkuşağı", s. 298-299.

dayanmaktadır. Eğitim amaçlı olarak, Descartes'ın tamamen geometrik optiğe dayanan en basit teorisinin anlaşılması ve kullanılması çok daha kolaydır.⁴²

Optikle ilgili iyi bilinen bir çalışmada, "İlk gökkuşağı teorisi 1637'de Descartes tarafından verildi" şeklinde açıkça yazılmıştır. İlk bilimsel açıklamasını Descartes'a atfeden bir başka günümüz yazarı, 17. yüzyılın ortalarına kadar gökkuşağı teorisinin şiir alanında kaldığını söylüyor. 1657'de gökkuşağının anlatımına başlamak, iki bin yıllık bir süre boyunca ciddi açıklamalar için girişimlerde bulunulduğu gerçeğini gizler. Burada amaç, bu iki bin yıl içindeki gelişmeleri ayrıntılı olarak gözlemlemek değildir. Amaç, fizik tarihinin pek bilinmeyen bir bölümüne özel ilgi göstermektir. Gökkuşağının en eski natüralist ve matematiksel teorilerinden biri Aristoteles tarafından verilmişti. Buluttan yansımaya dayanan bu açıklamanın hesapları, bilim tarihine adanmış kitaplarda ve dergilerde kolaylıkla bulunabilir. Apollon çemberi olarak bilinen yeri ilk kez kullanmak oldukça karmaşık ve o günden bugüne çok sayıda yorum uyandırdı. Orta çağ'daki yorumcular arasında bir Arap olan İbnü'l-Heysen ve bir Polonyalı olan Witelo vardı. Witelo (ve belki de İbnü'l-Heysen) yansıma kadar kırılma ihtiyacını da biliyordu, ancak bu fikri geliştirmede.⁴³

Optik gökkuşağına dönersek, Aristoteles'ten önceki zaman dilimine baktığımız zaman optiğin geometrikleşmesinin işaretlerini bulmak mümkündür. Nitekim bunun emareleri Aristoteles'in gökkuşağı hakkındaki açıklamalarında fark edilir. Buna göre Öklid'den önce optiğin geometrikleşmesi ve Aristoteles'te bunun var olduğunu görmüş olduk. Işığın yansıma kuralında bilinmemesi, Öklid'den ve hatta Aristoteles'ten önce mevcut olması ihtimali ile karşışıkışıkayız.⁴⁴

Gökkuşağı oluşumu prensibini laboratuvar koşullarında göstermek, meselenin derinlemesine anlaşılması için gereklidir. Böyle bir deneyi gerçekleştirmek için, gökkuşağına ve ışık kaynağına Güneş'e neden olan su damlacıklarını modellememiz gerekir. Gökkuşağını şeffaf homojen bir silindire modellemek mümkündür. Bu

⁴² Ivanov & Nikolov, "A New Way to Demonstrate the Rainbow", C. 54, 2016, s. 460.

⁴³ Boyer, "Kepler's Explanation of the Rainbow", **American Journal of Physics**, C. 18, No. 16, 1950, s. 360.

⁴⁴ John A. Adam, "The Mathematical Physics of Rainbows and Glories", **Physics Reports**, C. 356, No. 4, 2002, s. 230.

yöntem, uygulanması daha kolay olsa da gerçek gökkuşağından epey uzaktır ve gerçek bir küre kullanmak çekici gelmeyebilir. Gösteriyi kürelerle yürütmek için şimdiye kadar iki ana yaklaşım olmuştur. İlk durumda, su damlacıkları, suyla veya daha yüksek kırılma indisine sahip başka bir sıvıyla ($n < 1.5611$ olan etil sinamat gibi) doldurulmuş küresel bir şişe ile modellenir. Aydınlatıcı olarak genellikle güçlü bir yay lambası veya slayt projektörü kullanılır. Işık, bir ekrandaki delikten şişeye yönlendirilir. Şişeye vurulduktan sonra ışığın bir kısmı, gökkuşağının izlendiği ekrana geri yansıtılır. İkinci durumda, su damlacıkları, bir tahta üzerine yapıştırılmış tek tip boyutta çok sayıda küçük cam küre ile modellenir. Toplar, gözlemcinin arkasından aydınlatılır ve gökkuşağı doğrudan cam toplardan gözlenir. Her iki deney düzeneği, özellikle eğitim amaçlı büyük ölçekte kullanım için, gerçekleştirilmesi çok teknik olarak karmaşık olmasıyla karakterize edilir.⁴⁵

Matematiksel fiziğin en güçlü araçlarından bazıları, özellikle gökkuşağı problemi ve onunla yakından ilgili problemlerle başa çıkmak için icat edildi. Gerçekten de gökkuşağı, optik teoriler için bir test görevi görmüştür. Bununla daha başarılı teorilerle gökkuşağını matematiksel olarak tanımlamak, yani ışığın gökyüzündeki dağılımını tahmin etmek artık mümkündür. Aynı yöntemler, "ihtişam" olarak adlandırılan parlak renk halkası gibi ilgili fenomenlere ve hatta atomik ve nükleer olanlar gibi diğer gökkuşakları türlerine de uygulanabilir.⁴⁶ Söz konusu yöntemin daha büyüleyici bir yönü gökkuşağının ve ihtişamın atomik, moleküler ve nükleer saçılma deneylerinde de yaratılabilmesi, böylece madde parçacıkları ve radyasyonun ikiliğini daha derin bir seviyede göstermesidir. Geometrik optikteki ışınlar parçacık yörüngeleri haline gelir ve bu tür ışınların kırılması, atomik veya nükleer kuvvetlerin etkisi altında parçacıkların sapmasına karşılık gelir. Bu, Hamilton'un geometrik optik ve klasik parçacık mekaniği arasındaki analogiye ilişkin değerlendirmesine yeni bir bakış açısı getiriyor.⁴⁷ Bu, 19. yüzyılın ortalarından beri matematiksel fiziğin gelişimi üzerinde güçlü bir etkiye sahip olan bir analogidir.

⁴⁵ Ivanov & Nikolov, **a.g.m.**, s. 460.

⁴⁶ A. Adam, "Like a Bridge over Colored Water", s. 1370.

⁴⁷ A. Adam, "The Mathematical Physics of Rainbows and Glories", s. 238-239.

Gökkuşığı üzerine bazı sonuçlar çıkarmak hiç de kolay değil. Bu fenomen hakkında bilimsel, tarihsel, sanatsal ve daha pek çok konuda geniş bir kaynakça vardır. Gökkuşağının tarihi kesinlikle bilim tarihine, özellikle de epistemolojik olarak geniş bir yelpaze ile önemli bir konu olduğu fizik ve optik tarihine aittir. Bununla birlikte, bu optik fenomeni incelerken, bilimsel bir yaklaşım her zaman olumlu bir şekilde kabul edilmemiştir. Edebiyat veya sanatsal alanlarda, Aydınlanma'nın bilimsel devriminden sonra, bu fiziksel fenomeni felsefe, din, mistisizm, ezoterizm veya sanat gibi konulardan bir veya başka bir anlam vermek için sürekli çaba gösterildi.⁴⁸ Gökkuşağının orta çağ tarihinden iki ders çıkarılacak olsaydı, bunlardan ilki hiç şüphesiz niteliksel tanımlama ile niceliksel açıklama arasında net bir ayrım yapmamız gerektiğidir.

⁴⁸ Corradi, "A Short History of the Rainbow", s. 56.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. İBNÜ'L-HEYSEM'İ GÖKKUŞAĞI VE HÂLE ÇALIŞMALARI ÜZERİNDEN TANIMAK

Bu bölüm, İbnü'l-Heysem'in (965-1040) hayatı ve eserleri hakkındadır. İbnü'l-Heysem'in biyografisini kapsayan kaynakların kısa bir tanıtımıyla başlayacağım. Yapılan araştırmalar sonucunda İbnü'l-Heysem'in hayatı hakkında çok az bilgi ve kaynak bulunmaktadır. Kaynakların bulunması sonucunda araştırmalara göre elde ettiğimiz bilgiler de birbiriyle çelişmekteydi. Bu kaynakların sonucunda İbnü'l-Heysem'in hayatı hakkında bilgiyi doğru bir şekilde aktarmak oldukça zor olmuştur. Tabakat kitaplarında İbnü'l-Heysem'in ön adının farklı kaydedilmiş olması iki İbnü'l-Heysem'in arasında tartışmaya sebep olmuştur. Bu farklılığın sonucunda onun bazı önemli çalışmalarının ve yazdığı eserlerin ona isnat edilmesine yol açmıştır.

İbnü'l-Heysem hakkındaki kaynaklar Hasan b. Hasan ve Muhammed b. Hasan şekilde farkı iki künye ile bilinmesi ve en önemlisi Ebu Usaybia'ya göre İbnü'l-Heysem'in çalışmaları biri klasik felsefe diğeri matematik ve optik ağırlıklı iki ayrı listede bahsedilmesinden hareketle aynı dönemde iki İbnü'l-Heysem'in varlığını meydana getirir. Fakat bu rivayet Abdülhamid İbrahim Sabra tarafından kabul edilmemiştir.⁴⁹

İbnü'l-Heysem en çok "Kitab el-Menazır" kitabı ile tanınır. 12. yüzyılda "Kitab el-Menazır" kitabı Latince'ye çevrildi ve bu süreçte yazarın adı (el-Hasan ibn el-Haytham) veya Alhazen olarak bilindi. Modern edebiyatta bazen karşımıza çıkan "Al-Haitham" biçimi yanlıştır.⁵⁰ İbnü'l-Heysem dönemin en başarılı orta çağ fizikçisi olarak kabul edilmiştir. Aynı zamanda kendisi matematikçi ve astronomdur, fakat dönüm noktası ise bütün dünyaya sağladığı en büyük katkılarından biri optik alanında yapmış olduğu çalışmalarıdır.

⁴⁹ H. G. Topdemir, "İbnü'l-Heysem", **Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi (DİA)**, (İstanbul, Türkiye Diyanet Vakfı, 2000), XXI, s. 83.

⁵⁰ <http://www.jphogendijk.nl/ih/ibnalhaytham.html> (Erişim: 04.02.2021).

1.1. İBNÜ'L HEYSEM'İN HAYATI

İbnü'l-Heysem'in hayatı hakkında İbn Ebi Usaybia'nın "Uyûnu'l-Enbâ fi Tabakâti'l-Ettibâ" ve İbnü'l Kıftî'nin "Târihü'l Hükemâ" gibi bibliyografik kitaplarında bahsedilir. Bu kaynaklar onun hayatı hakkında kısa bir özet halinde bilgiler vermektedir. İbnü'l-Heysem gibi büyük bir bilim adamı hakkında elde edilen bilgilerin beklenenden az ve çelişkili olması oldukça şaşırtıcıdır.⁵¹

İbnü'l-Heysem'in hayatı, kökeni ve eğitimi hakkında bilgiler hala soru işareti olarak karşımıza çıkmaktadır. Fakat buna rağmen onun kitaplarının oldukça kapsamlı olması matematik, fizik, astronomi ve kozmoloji gibi, bu kitapların bugüne kadar gelmiş olması bilim adamların ilgisini çekmeyi başarmıştır.⁵² İbnü'l-Heysem'in Avrupa'daki güçlü etkisi yaklaşık 500 yıl sürdü ve birçok Batılı bilgin onun etkisinden muaf kalamadı.⁵³ İbnü'l-Heysem'in bilimde ve özellikle doğa felsefesinde yapmış olduğu çalışmaları onun en önde gelen bilim adamlarından biri olduğunu göstermektedir. İbn Ebu Usaybia onun 200'e kadar eseri olduğunu belirtmektedir.⁵⁴ Kaynaklara göre İbnü'l-Heysem'in mal ve şöhrete değer vermeyen, yazdığı güzel eserlerle geçimini sağlayan bir alim olduğu görüşü ağır basar.⁵⁵ İbnü'l-Heysem mülkiyetini kazanmasının yanı sıra bilim çalışmalarına devam etme fırsatı buldu. Yansıma yasasını eskilerden daha dikkatli bir şekilde ifade etti, özellikle yarıçapının, yansıyan yarıçapın ve yüzey normalinin aynı düzlemde olduğunu vurguladı. Öklid'in görsel ışınlar teorisini ve kırılma çalışmalarını güçlü bir şekilde çürüttüğü için, II. Batlamyus olarak isimlendirildi.⁵⁶ Kendisi, seyahat etmeyi severdi çünkü seyahat her zaman yeni bir şeyler öğrenmek için bir fırsattı. Seyahat ederken, her sınıftan farklı

⁵¹ Jan P. Hogendijk, **Ibn al-Haytham's Completion of the Conics**, Newyork, Springer-Verlag, 1985, s. 52.

⁵² A.I, Sabra, Ibn al- Haytham **New Dictionary of Scientific Biography**, C. 6, New York, 1972, s. 1.

⁵³ Izet Masic, "Ibn al-Haitham -Father of Optics and Describer of Vision Theory", **Medical Archives**, C. 3, No. 62, 2008, s. 188.

⁵⁴ David C. Lindberg, **Theories of Vision from Al-Kindi to Kepler**, Chicago, 1976, s. 60.

⁵⁵ Topdemir, "İbnü'l Heysem", s. 83.

⁵⁶ Boyer, **The Rainbow, from Myth to Mathematics**, s. 80.

insanlarla çalıştı, tartıştı.⁵⁷ Kuşkusuz bu, görüşlerinin ve bilgisinin genişlemesine büyük ölçüde katkıda bulundu.

Tam adı Ebû Ali el-Hasan İbnü'l Hasan İbnü'l-Heyssem'dir. Orta çağ Avrupa'sında al-Hazen ya da al-Hacen olarak bilinir.⁵⁸ 965'te Basra'da da doğmuştur. İbn Ebi Usaybia ve İbnü'l Kifti'nin bibliyografik kaynaklarına göre İbnü'l-Heyssem Basralıdır daha sonra Mısır'a gidip Kahire'ye yerleşmiştir ve orada vefat emiştir. O dönemde iktidarda bulunan kişi Fatimi halifesi el-Hakem idi. İbnü'l-Heyssem'in bilimde büyük bir birikim sahibi olması özellikle matematik ve geometride bilgili olması halife tarafından İbnü'l-Heyssem'e Nil nehrinin kontrolsüz taşmasını önlemek için görev verilmesine sebebiyet verdi. Fakat onun yaptığı çalışma planı başarısız olunca halife onu öldürmek istedi. Bunun üzerine İbnü'l-Heyssem halife ölünceye kadar deli taklidi yaparak hayatını devam ettirmiştir ve 1039 ya da 1040 tarihinde Kahire'de ölmüştür.⁵⁹

Bir tarihçi olarak saygı duyulan ve İbnü'l-Heyssem'e çok yakın olan Beyhakî, başka bir rivayette şöyle söyler: İbnü'l-Heyssem, Kahire'ye döndü ve bir küçük evde kaldı. Halife kendisini görmek istedi. Halifeye geldiğinde barajın nedenlerini ona açıkladı. Halife mektuba baktı ve şöyle dedi: "Yanıyorsunuz, kurak mevsimden veya selden bahsediyorsak, barajın inşası sadece kâr getirecektir. Ancak, hesaplamalarınızdan inşaat maliyetlerinin olasılıkların üzerinde olduğunu görebiliyorum". Halife o kadar öfkeliydi ki, inşaat sahasının yıkılmasını emretti, bu da İbnü'l-Heyssem'i korkuttu ve aynı gece Mısır'dan kaçtı. En sonunda, tahtta 25 yıl geçirdikten sonra 1021'de İbnü'l-Heyssem vefat etti. O zamanlar İbnü'l-Heyssem 55 yaşındaydı, deli rolü yapmaktan vazgeçiyor ve barışçıl hayatının sadece bilime odaklanmış bir şekilde El-Ezherde kendine bir yer buluyor. 22 yıl daha yaşadı ve bunlar onun en verimli yıllarıydı. Optik üzerine ilk sistematik ve organize çalışma olan ünlü kitabı "Kitab el-Menazır"ı (Optik Kitabımı) yazdı. 1039 Kahire'de öldü. Beyhakî'ye göre, İbnül- Heyssem şiddetli bir ishalden muzdaripti.⁶⁰ Olağanüstü

⁵⁷ Masic, "Ibn al-Haitham -Father of Optics and Describer of Vision Theory", s. 183.

⁵⁸ Lindberg, **a.g.e.**, s. 60.

⁵⁹ Lindberg, **a.g.e.**, s. 60.

⁶⁰ Masic, **a.g.m.**, s. 184.

entelektüel çabası, bir yandan optik oluşumunun yolunu açarken, diğer yandan Nil Nehri üzerindeki köprüyü tasarladı. Tüm uluslararası bir miras bıraktı, bilimsel bilgiyi tanıtmaya ve paylaşmaya büyük bir çaba gösterdi.

1.2. ESERLERİ

İbn Ebi Usaybia'nın "*Uyûn el-enbâ fi tabakât el-etibbâ*"daki kaydına göre İbnü'l-Heysem'in eserleri üç listeye ayrılmıştır.⁶¹ İbn Ebi Useybia İbnü'l-Heysem'in eserleri hakkında önce iki liste vermektedir. Bunları II ve III şekilde ayırır. II'nci listeyi I listeye birleştirir ve orada yazarın el yazmasını da dahil eder, buna göre 10 Şubat 1027 ila 25 Temmuz 1028 tarihleri arasında İbnü'l-Heysem toplam 21 eser telif ettiğini⁶² görmüş oluyoruz.

Bin yıl önce, Arap bilim adamı İbnü'l-Heysem'in çalışmaları, optikte yavaş yavaş orta çağ Avrupa'sına yayılacak bir devrimi temsil ediyordu, ancak daha da önemlisi, o zamandan beri bilim adamları tarafından uygulanan deneysel yöntemin doğuşunu temsil ediyorlardı. Eski Yunanlılar, ışığın doğasından çok görme olgusuyla ilgileniyorlardı.⁶³ Bununla birlikte, birçok büyük Batılı düşünür, o zamanın Arap-İslam dünyasının büyük figürlerine atıfta bulunurdu. Bu kültürlerarası alışverişin başlangıcında hiç kimsenin Arap dilini bilmeden ilerleme kaydedemeyeceği belliydi. Bunun nedeni, Yunanca orijinal kaynakların ya da transkriptlerin yokluğu ya da olmaması veya var olan kaynakların sadece Arapçaya tercüme edilmesidir. Elbette, eski yazarların Arapça çevirilerinden çoğu Yunanca idi, bu sefer Latince'ye tekrar çevrildi ve kısa süre sonra Arap-İslam bilimi (resmi olarak) bir kenara itildi. Arap-İslam biliminin altın çağının en büyük beyinlerinden biri matematikçi, astronom, hekim, fizikçi ve "Optiğin Babası" İbnü'l-Heysem⁶⁴'dir.

İbnü'l-Heysem'in başlıca yazdığı eserlerin konuları mantık, etik, politika, şiir, müzik ve ilahiyat (kelam) gibi konulardı, fakat bu konuların dışında kendisi

⁶¹ A. I. Sabra, **The Optics of Ibn al-Haytham**, Books I-III, On Direct Vision, London, 1989 s. 32.

⁶² A.I. Sabra, **Optics, Astronomy and Logic Studies in Arabic Science and Philosophy**, Variorum, 1994, s. 190.

⁶³ Majed Chergui, "Optics and Arabic Science", **Europhysics News**, C. 51, No. 3, 2020, s. 14.

⁶⁴ Masic, **a.g.m.**, s. 183.

Aristoteles ve Galen gibi büyük bilim adamlarını da eleştirmiştir. Onun çalışmalarından en çok katkı sağlayan alanları ise optik matematik ve astronomi alanlarıdır.⁶⁵ Mükemmel bir astronom, matematikçi ve doktor olmasının yanı sıra Galen ve Aristoteles'in çalışmaları üzerine en iyi yorumculardan biri olarak anılmaktadır. İbnü'l-Heyssem, İslam'ın en önemli optik âlimiydi. Öklid ve Batlamyus'un "matematiksel" yaklaşımını ve doğa bilimcilerin fiziksel doktrinini birleştirmesi gerektiğine inanıyordu.⁶⁶

İbnü'l Heyssem'in başlıca bazı eserlerini bu şekilde sıralayabiliriz:

1. “Kitab el-Menazır” (Optik Kitabı). Optik bilimine dair kavram ve kanıtlar barındırır.

On ikinci ve on üçüncü yüzyıllarda Arapça'dan Latince'ye yapılan çeviriler dalgası, İbnü'l-Heyssem'in “Kitab el-Manazır” eserini de içeriyordu. Matematik, optik, astronomi, felsefe, astroloji, statik ve hidrostatik gibi çeşitli konularda 100'e yakın başlık bıraktı. Ana başarısı, bilimde bir devrimi temsil eden “Kitab el-Menazır”dır (Optik Kitabı). Nitekim ilk defa bu eserde, ışığın yayılma koşulları ile görme koşulları ayırır. Işık fiziksel bir nesne haline gelir ve optik artık "algının geometrisi" olmaz.⁶⁷ Çevirmenin adı ve çevirinin kökeni bilinmemektedir, ancak eser on ikinci yüzyılın sonlarında veya on üçüncü yüzyılın başlarında açıkça çevrilmiştir. Bilinen en eski Batılı alıntı, on üçüncü yüzyılın başlarında yayılmış olan Jordanus de Nemore'un bir çalışmasında görülmektedir, ancak on üçüncü yüzyılın ilk yarısında yayılması, yüzyılın ilk çeyreğinde 1260 ve 1270 yıllarında optik hakkında yazan Robert Grosseteste'nin dikkatini çekecek kadar geniş değildi. İbnü'l-Heyssem'in yeni optik teorilerinin tam etkisi ilk olarak 1260'larda ve 1270'lerde optik hakkında yazan Roger Bacon, John Pecham ve Witelo'nun yazılarında görüldü.⁶⁸ Dahası, Batı'da derin bir etkiye sahipti, optik üzerine yazdığı büyük eseri (“Kitab el-Menazır” Batılı yazarlardan alıntı yapılan “De-Boyibus” veya “Perspectiva”), on ikinci yüzyılın

⁶⁵ A.I. Sabra, **Optics, Astronomy and Logic Studies in Arabic Science and Philosophy**, s. 190.

⁶⁶ Masic, **a.g.m.**, s. 183.

⁶⁷ Chergui, “Optics and Arabic Science”, s. 15.

⁶⁸ Lindberg, “Alhazen’s Theory of Vision and Its Reception in the West”, **Isis**, C. 58, No. 3, 1967, s. 330.

sonlarında veya on üçüncü yüzyılın başlarında Latince'ye çevrildi ve optik üzerine Batı düşüncesi galip geldi. Modern optik düşünce, doğrudan İbnü'l-Heysem ve onun yakın takipçilerinin çalışmalarından kaynaklanmaktadır.⁶⁹ Kitap yedi ciltten oluşmuştur. I-II-III ciltleri görme üzerinedir, ondan sonra gelen üç cilt yansıma ve en son cilt kırılma konularını inceler.⁷⁰ Bununla birlikte kitab sadece Batı'da incelenmekle kalmayıp Doğu'da da bu kitap Kemâleddin el-Fârisî tarafından ayrıntılı bir şekilde yorumlanmıştır. Kitabın Latince ve Arapça nüshası da bulunur.⁷¹ “Kitab el-Menazır”, deneyleri matematiksel kanıtlarla birleştiren ilk gerçek bilimsel kitaptır. Işıkla ilgili belirli konuları ele alan bir dizi kitaptır. Bilim tarihçisi Abdulhamid I. Sabra, ilk 3 kitabın ilk eleştirel Arapça versiyonunu ve bunların İngilizceye çevirisini yaptı, Roshdi Rashed ise 7. Kitabın bölümlerinin eleştirel baskısını düzenledi. Kitaplar I ila III, görme teorisine, gözün fizyolojisine ve algı psikolojisine adanmıştır. IV'den VII'ye kadar olan kitaplar, yansıma yasalarının kapsamlı bir formülasyonunu geliştiren ve sapma açılarını içeren deneyler de dahil olmak üzere ayrıntılı bir kırılma araştırmasıdır.⁷²

2. “Makâle Fi Kavş Kuzah ve El-Hâle” (Gökkuşağı ve Hâle Üzerine) Bu çalışma “Tenkih el-Menazır” 'in sonunda Kemâleddin el-Fârisî tarafından özetlenmiş ve yorumlanmıştır. Eser hakkında yazılan çok az kaynak vardır. Bu konuda Batı'da yazan birkaç tane yazar bulunmaktadır. Örnek olarak Roshdi Rashed'in- “Le modèle de la sphère transparente et l'explication de l'arc-en-ciel: Ibn al-Haytham, al-Farisi” adlı makalesi konuyla alakalıdır.

3. “Makâle fi el-Marâyâ el-Muhrika bi el'Kutu” (Yanan Aynalar Üzerine). İbnü'l-Heysem'in adlı makalesi Cremonalı Gerard tarafından Latinceye çevirilmiştir. (De Speculis Comburentibus) adı altında olan çeviri Witelo tarafından “Perspectiva”, Jean Fusoriz “De Sectione Mukeyfi” Regiomontanus “Speculi

⁶⁹ Lindberg, **a.g.e.**, s. 322.

⁷⁰ A.I. Sabra, **New Dictionary of Scientific Biography**, s. 2.

⁷¹ Topdemir, **Modern Optiğin Kurucusu: İbnü'l Heysem Hayatı, Eserleri ve Teorileri**, s. 6.

⁷² Chergui, **a.g.m.**, s. 16

Almukefi Compositio” olarak bilinmiştir.⁷³ Bu makale J. L. Heidberg ve E. Wiedemann tarafından incelenip Almanca’ya çevirilmiştir.⁷⁴

4. “Makâle fi Semt el- Kible bi el-Hisâb” (Kible Yönünün Belirlenmesi). “Ibn al-Haytham’s Universal Solution for Finding the Direction of the Qibla by Calculation” adlı makalesiyle Ahmed S. Dalall tarafından İngilizceye tercüme edilmiş ve yayınlanmıştır.⁷⁵

5. “Makale fi Sûret el- Kusuf” (Ay Tutulması Üzerine).⁷⁶ Bu eser Kemâleddin el-Fârisî tarafından şerh edilmiştir, Almanca tercümesini ise Eilhard Wiedemann yapmıştır.⁷⁷

6. “Makale fi Hisâb el- Mu’âmalât” İbnü’l-Heysem’in bu makalesi “Der Muâmalât des Ibn al- Haitams,” Ulrich Rebstock tarafından Almanca’ya çevirilmiş ve yayınlanmıştır.⁷⁸

7. “Makâle fi Şerhi Musaderati Kitâb-i Öklîdes” (Öklit’in Kitabındaki Postulatların Açıklanması). Bu çalışma tarih boyunca pek çok bilim adamı tarafından ele alınmış ve kanıtlanmaya çalışılmıştır. Bu çalışma postulat üzerine bilgiler verir. Çalışmanın tamamı daha yayınlanmadı fakat seçilen bazı kısımları Halil Caviş tarafından yayınlanmıştır.⁷⁹

8. “Makale fi Eş-Şukuk alâ Batlamyus” (Batlamyus’un Görüşleri Üzerine Süpheler). İbnü’l-Heysem’e atfedilen eserlerin arasından biridir.⁸⁰

⁷³ Dominique Raynaud, **A Critical Edition of Ibn al-Haytham’s on the Shape of the Eclipse**, Springer International Publishing, 2016, s. 4.

⁷⁴ Topdemir, **a.g.e.**, s. 14.

⁷⁵ Sabra, **a.g.e.**, s. 3.

⁷⁶ Raynaud, **a.g.e.**, s. 4.

⁷⁷ Topdemir, “İbnü’l Heysem”, s. 86.

⁷⁸ Sabra, **a.g.e.**, s. 3.

⁷⁹ Topdemir, **a.g.e.**, s. 22.

⁸⁰ Lindberg, **Theories of Vision from Al-Kindi to Kepler**, s. 61.

Latince'ye "De Crepusculi" adıyla çevirilmiştir.⁸¹ Bu makalede köklü eleştiriler Abdülhamid Sabra tarafından yapılmıştır.⁸²

9. "Makâle fi Temâmi Kitâb el- Mahrûtât" (Apollonios'un Konika'sı Üzerine). İbnü'l- Heysem'in makalesi 1231 yıllar arasında İbni Meymun tarafından "Konik Kitabın Bazı Önerileri Üzerine" olan kitabında bazı kısımlarına yer vermiştir.⁸³ Bu kitap Nazım Terzioğlu tarafından Arapça metin ve makalenin mukaddimesi çevirilmiştir.⁸⁴

10. "Makâle fi Edvâu'l-Kevâkib" (Yıldızların Işığı Üzerine).⁸⁵

11. "Makâle fi Keyfiyyet el-İrşad (Astronomi Metodu Üzerine). A. I. Sabra "Journal for the History of Arabic Sciences" adlı makalesinde yayınladı.⁸⁶

12. "Makâle fi Keyfiyeti'l-Ezlâl" (Gölgelerin Nitelikleri Üzerine).⁸⁷

13. "Mâkale fi Terbü'd- Daire" (Daire'nin Dörtgeni Üzerine). Bu makale 1350 yılında Abner de Burgos tarafından alıntılandı.⁸⁸

14. "Makâle fi Usûli'l- Misaha" (Misaha Üzerine). Bu makale Eilhard Wiedemann tarafından Almanca'ya çevirilmiştir.⁸⁹

15. "Makale fi Ru'yet'i el-Kavâkib" (Yıldızları Görme Üzerine). A. I. Sabra ve Anton Heinen tarafından Almanca'ya çevirilmiş ve yayınlanmıştır.⁹⁰

16. "Makâle fi'l- Dav" (Işık Üzerine). Bu makale J. Baarmann tarafından Arapça metniyle birlikte Almanca'ya çevirilmiştir. Roshdi Rashed tarafından Fransızca'ya ve Hüseyin Gazi Topdemir tarafından Türkçe'ye çevirilmiştir.⁹¹

⁸¹ Lindberg, **a.g.e.**, s. 61.

⁸² Topdemir, **a.g.e.**, s. 23.

⁸³ Raynaud, **a.g.e.**, s. 4.

⁸⁴ Topdemir, **a.g.e.**, s. 24.

⁸⁵ Lindberg, **a.g.e.**, s. 60.

⁸⁶ A.I. Sabra, **a.g.e.**, s.3.

⁸⁷ Lindberg, **a.g.e.**, s. 60.

⁸⁸ Raynaud, **a.g.e.**, s. 5.

⁸⁹ Topdemir, "İbnü'l Heysem", s. 85.

⁹⁰ A.I. Sabra, **a.g.e.**, s. 3.

17. “Makale fî Hall Shukûk al-Makâle ‘l- ‘ûlâ min Kitâb al-Majistî Yushakkiku f ‘hâ ba’du ahl al-‘ilm” (Majestide bulunan şüphelerin ilim ehli tarafından çözülmesi). Bu makale kısmen A.I. Sabra tarafından İngilizce tercüme edilmiş ve yayınlanmıştır. İbnü’l- Heysem’in optikten sonra gelen ay yansıması üzerine konuyu ayrıntılı bir şekilde açıklamıştır.⁹²

18. “Makâle fi'l- Mecerreti” (Samanyolu Üzerine). Bu makale Eilhard Wiedemann tarafından Almanca’ya çevirilmiştir.⁹³

19. “Eukleides ve Ptolemaios 'un Optik Bilgisinin Analizi”.⁹⁴

20. “Makale fî ‘l-Ma’lûmât” (Malumat Üzerine). “Les Connus” adıyla Roshdi Rashed tarafından Fransızca’ya tercüme edilmiş ve yayınlanmıştır.⁹⁵

21. “Aristoteles'in Meteoroloji'sinin Analizi”.⁹⁶

22. “Aristoteles'in De Anima'sının Analizi”.⁹⁷

23. “Mâkale fî Semerati el-Hikme” (Bilgelik Meyvesi Üzerine). Arapça metni ve makalenin tanıtımı M. ‘Abd-al-Hâdî Abû Rîda tarafından yapılmıştır.⁹⁸

24. “Tıp Sanatı Üzerine” çalışmasında göz hastalıklarına değinir. Vücutun bazı faydalı kısımlarına vurgu yapar. Muhtemelen Galen’in yazdıklarından faydalanmıştır.⁹⁹

Şunu belirtmek gerekir ki bütün bu eserlerin bugün bilinmesinde yatan ana sebep bu konular üzerine araştırmaların yapılmış olmasıdır. Bu nedenle İbnü’l- Heysem’in risaleleri Arapça olması ve İbrani bilim adamları tarafından ortaya

⁹¹ Topdemir, **a.g.e.**, s. 16.

⁹² A.I. Sabra, **a.g.e.**, s. 3.

⁹³ Topdemir, **a.g.e.**, s. 24.

⁹⁴ Lindberg, **a.g.e.**, s. 61.

⁹⁵ A.I. Sabra, **a.g.e.**, s. 3.

⁹⁶ Lindberg, **a.g.e.**, s. 61.

⁹⁷ Lindberg, **a.g.e.**, s. 61.

⁹⁸ A.I. Sabra, **a.g.e.**, s. 3.

⁹⁹ Lindberg, **a.g.e.**, s. 61.

konulmasında büyük bir pay vardır.¹⁰⁰ Bütün bu saydığımız eserlerin bilinmesine rağmen bazıları mevcut değil, fakat optik ve ışık üzerine yazılan eserler halen mevcuttur ve incelenir.¹⁰¹ Ayrıca ironiktir ki İbn-i Sînâ ve İbnü'l-Heyssem optik üzerine iki büyük İslam yazarı katkılarını eşzamanlı olarak yapmış olmalıdır. Bazı çalışmaları bize bu etkiyi gösterir. Öyle gözüküyor ki İbn-i Sînâ “Kitabü'ş-Şifa” adlı eserini, İbnü'l-Heyssem’in büyük eseri “Kitab el-Menazır”ı yazmasından 15-20 yıl önce yazmıştır (en azından yazmaya başlamıştır).¹⁰² Görme olayında fizyolojik optiğin matematikleşmesinde büyük bir rol oynayan orta çağ’ın meşhur bilim adamı İbnü'l-Heyssem’dir. Bu bağlamda İbn-i Sînâ İbnü'l-Heyssem kadar başarılı olamamıştır, ama bu alanda İbn-i Sînâ’da büyük çaba sarf etmiştir.¹⁰³

David C. Lindberg bir yazıda şöyle söylüyor:

*"Optik konusunda İslâm Dünyasının yetiştirdiği en büyük iki yazarın konuya katkılarını aynı sıralarda yapmış olmaları beklenmedik ve tuhaf bir rastlantı olarak karşımıza çıkıyor. Ana eseri “Kitabü'ş-Şifa”yı, İbn-i Sînâ'nın, İbnü'l-Heyssem'in bir terkip mahiyetindeki büyük yapıtı “Kitâbu'l-Menâzır” yazmasından onbeş yirmi yıl önce kaleme aldığı anlaşılıyorsa, bu iki bilim adamının eserlerinin çok azını yeter derecede kesinlikle tarihlemek mümkün olduğundan, aralarındaki etkilenme biçimi olanaklarını tahmin etmek için elde yeter derecede ipucu mevcut değildir. Esasen, İbn-i Sînâ eserlerinin İbnü'l-Heyssem'in hayat süresi içinde ne derecede yaygınlık kazanmış olduğunu bilmemekteyiz. Ayrıca, İbn-i Sînâ ile İbnü'l-Heyssem düşünceleri arasında yeter derecede dikkati çekecek paralellik de bulunmadığı gibi, bunların birbirlerini etkilemiş olduklarını gösteren herhangi bir kanıtla da karşılaşmakta değiliz."*¹⁰⁴

Eski çağ’dan bu yana İslam dünyası optik alanında birçok bilgi ve birikime sahipti. Hatta bu konuyla ilgili İslam dünyasında İbn-i Sînâ’dan önce de önemli bilim adamları tarafından yapılmış incelemeler ve eserler vardı. Bu bağlamda, Hüneyin İbn

¹⁰⁰ Raynaud, **a.g.e.**, s. 5.

¹⁰¹ Lindberg, **a.g.e.**, s. 61.

¹⁰² Lindberg, **a.g.e.**, s. 61.

¹⁰³ Sayılı, “İbn Sina’da Işık, Görme ve Gökkuşluğu”, s. 258.

¹⁰⁴ Sayılı, **a.e.**, s. 285.

İshak, Kindi, Razi ve Farabi örnek olarak gösterilebilir. Optik alanında İbn-i Sînâ'nın çağdaşı olarak bilinen İbnü'l- Heysem'dir. İbn-i Sînâ İbnü'l-Heysem'den onbeş yaş daha büyüktü. İbnü'l Heysem, İbn-i Sînâ'nın ölümünden sonra iki yıl daha yaşamıştır. İbnü'l-Heysem Basra ve Mısırda yaşamıştır, İbn-i Sînâ ise Cürcan, Rey, Hemedan ve İsfahan'da ilim faaliyeti göstermiştir. Bu iki alimin aralarındaki etkileşimi, bilgi alışverişleri, optik alanında günümüze kadar gelen çalışmalarını göz önüne bulduğumuz zaman ikisinin optikle alakalı düşünceleri çok az, hatta yok denecek kadardır.¹⁰⁵

Birkaç yüzyıl sonra İbnü'l-Heysem'in "Kitab el-Menazır" öncülüğünde geometrik optiğe ilgi dalgası ortaya çıktı. Bu iki akımın (felsefe ve matematiğin) birleşmesi, gökkuşağının temel problemi için gerçek ve nihai başarıya götürdü. İbn-i Sînâ ve İbnü'l-Heysem'in dönemi Arapça öğrenmenin doruk noktasını temsil ediyordu. İbn-i Sînâ ve İbnü'l-Heysem'in öldüğü sırada doğan gökbilimci Ömer Hayyam 'ın astronomi faaliyetlerinde de bilindiği gibi müslümanların bilgisi hiçbir şekilde son bulmadı. Ömer Hayyam, şiire ve matematiğe önemli ölçüde katkıda bulundu, ancak Arşimet'ten Galileo'ya birçok büyük figür gibi, gökkuşağı hakkında çalışma yapmadı,¹⁰⁶ daha sonra ise bu konuda birkaç yüzyıl boyunca gerçek bir ilerleme kaydedilmedi.

Bu alanda zamanın birçok otoritesinden biri olmasına rağmen, İbnü'l-Heysem en büyük etkiye sahipti. Bacon sürekli olarak onun isminden bahsetti, Pecham ve Witelo bilinçli olarak ana optik çalışmalarını İbnü'l-Heysem'in Perspektifi'nden sonra modelledi ve sırasıyla genişletti. Pecham, "Yazar" veya "Fizikçi" olarak bahsettiği İbnü'l-Heysem'in otoritesinin önünde sürekli eğilir. Bacon, Pecham ve Witelo tarafından ifade edilen vizyon teorileri esasen İbnü'l-Heysem'inkileriye aynıdır.¹⁰⁷ İbnü'l-Heysem'in vizyon teorisinin ana şemalarının yanı sıra yansıma ve kırılma yoluyla daha soyut görüntü oluşum geometrisinin ve birçok küçük detayın bu konuda Bacon Pecham ve Witelo optiğiyle hemfikir olduğu gerçektir. İbnü'l-Heysem'in teorisi kapsamlı ve sistematiktir. Batı'nın daha önce bildiği her şeyden

¹⁰⁵ Sayılı, "İbn Sina'da Işık, Görme ve Gökkuşağı", s. 258-259.

¹⁰⁶ Boyer, **The Rainbow, from Myth to Mathematics**, s. 82.

¹⁰⁷ Lindberg, **Alhazen's Theory of Vision and Its Reception in the West**, s. 331.

neredeşye her bakımdan üstündü. Bir dereceye kadar entelektüel bir boşluğu da doldurdu. Aristoteles, Öklid, Batlamyus, el-Kindi ve Grosseteste'nin çalışmaları, görmenin anatomik ve fizyolojik ayrıntıları hakkında çok az şey söylüyordu. Bu çalışmalar esas olarak, İbnü'l-Heşsem'in geometrik optik ile ilgili çalışmalarıyla mutabıktı. Bu nedenle, çalışmalarındaki anlaşmazlık minimum düzeydeydi.¹⁰⁸ İlk bilim adamlarının çalışmalarını İbnü'l-Heşsem olduğu gibi kabul etti fakat, sessiz kaldıkları yerde, son derece sistematik ve kapsamlı bir teori ortaya koydu.

Çalışmanın bu bölümünde İbnü'l-Heşsem'in yazdığı eserlerin listesini derledim. Yaptığım çalışmada eserleri kısa bir özet halinde sunmaya gayret ettim. Eser listesine baktığımız zaman İbnü'l-Heşsem'in o dönemde ne kadar kapsamlı çalışmalar yaptığını ve bugün onun eserlerinin halen incelendiğini görmekteyiz. İbnü'l-Heşsem'in bazı eserleri günümüze ulaşmaması bizim için büyük bir kayıptır, fakat kendisi bize optik geleneğini, kavramlarını ve kuramlarını titizlikle açıklamış ve bu konular hakkında ayrıntılı bilgi vermiştir.

1.3. ARİSTOTELES'İN GÖKKUŞAĞI HAKKINDAKİ GÖRÜŞ VE GÖZLEMLERİ

Aristoteles'e göre gökkuşaağı, bir gözlemcinin gözündeki bulut yüzeyinden yansıyan güneş ışığından kaynaklanıyordu. Görüntü üreten pürüzsüz aynaların yansımından farklı olarak, bulutların düz olmayan yüzeyinin yalnızca renkleri yansıtılabileceğini savundu. Üstelik gökkuşaağının belirli renkleri, ışık ve karanlığın karışımından meydana gelir, yaydaki sıraları güneş-bulut ve bulut-göz mesafelerine bağılıydı. Son olarak, gökkuşaağının dairesel şekli, tepesi güneş olan ve eksenini gözlemcinin gözünden geçip tabanın merkezinde sona eren bir koninin tabanının çevresinin bir parçası olarak görüldü.¹⁰⁹ Sadece bir koninin yüzeyinde bulunan (tepesi gözlemcinin gözünde yoğunlaşan) yağmur damlalarının gözlemlenen gökkuşaağına katkıda bulunabileceğini düşündüğümüzde, başka bir ilginç fikir ortaya

¹⁰⁸ Lindberg, **a.g.e.**, s. 331-332.

¹⁰⁹ <https://www.encyclopedia.com/science/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/theodoric-freiberg-and-kamal-al-din-al-farisi-independently-formulate-correct-qualitative> (Erişim: 03.03.2021).

çıkıyor. Gökkuşağına yan yana bakan iki kişinin aslında farklı yağmur damlaları kümeleri tarafından kırılıp yansıtılan ışığı gördükleri açıktır. Her insanın kendi kişisel gökkuşağı vardır.¹¹⁰ Bu argümanı yansıtma hipotezini desteklemek için benzer şekilde kullanılır. Gökkuşağına yaklaşan kişiye, gökkuşağı ona yaklaşıyor gibi görünüyor ve kim gökkuşağından uzaklaşıyorsa gökkuşağı da ondan uzaklaşıyor gibi oluyor.

Gerçek şu ki, gökkuşağının görünümü her gözlemci için kendine özgüdür. "Aynı gözlemcinin iki gözü bile tam olarak aynı gökkuşağını görmez". Aristoteles, gökkuşağının dairesel şeklinin "güneşin, bulutların ve gözlemcinin konumları arasındaki temel bir geometrik bağlantının" sonucu olduğunu açıklayan ilk kişiydi.¹¹¹

Gökkuşağının ve gezegen hareketlerinin açıklamaları için astronomik ve meteorolojik temsiller, aslında aynı "fenomeni koruma (kurtarma) arzusundan" kaynaklanan bazı ortak unsurlara sahipti. Aristoteles, yayın gözlenen özellikleriyle tutarlı olması gereken geometrik bir temsil verme görevini üzerine aldı.¹¹² Gökkuşağının temel geometrisi, çizildiği gibi, Aristoteles'ten itibaren her teorisyen için ortaktı. Dikkat gerektiren sorun, gökkuşağının geometrisinin ve renklerinin sebebiydi. Seneca tarafından bazı modifikasyonlarla kabul edilen Aristotelesçi görüşe göre, içbükey bir bulutun nemini oluşturan ince noktalarla güneşe yansır. Bu aynaların çok küçük olmasından dolayı güneşin rengi görülebilir, ancak gerçek şekli görünmez.¹¹³

Aristoteles, özellikle küçük aynaların "su damlacıkları" şeklinden bahsetmez. Onları küçük düzlem yüzeyler olarak gördüğünü varsayabiliriz. Bu koşullarda Aristoteles'in açıklaması tamamen meşrudur. Bu, kuşkusuz yayın konumu ile güneşin ve gözlemcinin konumları arasında Aristoteles tarafından zaten bilinen geometrik bir yaklaşım şemasıdır. Ciddi zorluk, ikincil yayın açıklamasında kendini gösterir. Aristoteles tarafından bahsedilen tekdüzeliklerin, temel yansıma süreçlerinin

¹¹⁰ Robert Greenler, **Rainbows, Halos, and Glories**, Cambridge University Press, 1990, s. 5.

¹¹¹ Hamshere, **a.g.m.**, s. 259.

¹¹² Boyer, "The Theory of the Rainbow: Medieval Triumph and Failure", s. 379.

¹¹³ David C. Lindberg, "Roger Bacon's Theory of the Rainbow: Progress or Regress?", **Isis**, C. 57, No. 2, 1966, s. 237-238.

ihlal edilmemesi durumunda ikincil bir yayın oluşturulması mümkün olmayacaktır.¹¹⁴ Aristoteles “Meteorologica”da gökkuşağının fazla olması hakkında olumsuz yargı verdi: Üç veya daha fazla gökkuşağı bulunamaz çünkü ikincisi daha zayıf olur, üçüncü ise yansımaya gücü yetmez ve güneşe ulaşamaz.¹¹⁵ Üçüncül gökkuşağı, benzer şekilde tartışıldığı gibi, görülemeyecek kadar zayıftır çünkü ikincil bir görüntü olması gerekir, bu durumda ışınlar üç yansımaya maruz kalır.¹¹⁶ Aristoteles’e göre, "Dış gökkuşağın’dan gelen yansıma daha zayıftır çünkü daha uzak mesafeden meydana gelir ve güneş ışınları daha az ulaşır, bu nedenle görünen renkler daha soluktur."¹¹⁷

Aristoteles tarafından gözlemlenen bazı gökkuşağı gerçeklerini şu şekilde belirtmek faydalı olacaktır:

“Güneş ufukta olduğunda gökkuşağı yarım daire şeklindedir”.¹¹⁸

"Sonbahar ekinoksundan sonraki en kısa günlerde günün herhangi bir saatinde bir gökkuşağı olabilir, ancak ilkbahardan sonbahar ekinoksuna kadar olan en uzun günlerde öğle saatlerinde bir gökkuşağı olmayabilir."¹¹⁹

Aristoteles ayrıca “Meteorologica”da şu malumatları da verir:

“Gökkuşağı gündüzleri görülür ve daha önce geceleri bir ay gökkuşağı olarak asla görünmeyeceği düşünülüyordu. Çünkü bu olay olmasına rağmen çok nadiren vuku buluyordu. Bunun nedeni, renkleri karanlıkta görmenin o kadar kolay olmamasıdır; çünkü olacaksa, dolunayda, ay doğduğunda ya da battığında olmalıdır. Bu yüzden, elli yıldan fazla bir süredir sadece iki ay gökkuşağı vakasıyla karşılaşmıştır”.¹²⁰

¹¹⁴ Sayılı, “The Aristotelian Explanation of the Rainbow”, s. 80.

¹¹⁵ Boyer, “The Tertiary Rainbow: An Historical Account”, s. 141.

¹¹⁶ Boyer, **a.g.m.**, s. 142.

¹¹⁷ Sayılı, **a.g.m.**, s. 73.

¹¹⁸ Sayılı, **a.g.m.**, s. 75.

¹¹⁹ Sayılı, **a.g.m.**, s. 75.

¹²⁰ Boyer, **The Rainbow, from Myth to Mathematics**, s. 53.

Aristoteles, gökkuşağının oluşumunu bir bulutun yüzeyindeki ayrı (bireysel) noktalardan yansımaya bağladı. Aristoteles'in en bariz alternatifi, gökkuşağını kırılan ışıkla ilişkilendirmektir.¹²¹ “De Anima”da ve “De Sensu”da Aristoteles, ışığın göze kaynaktan aktarılmasını ele alır. Bu aynı zamanda diğer duyu organları tarafından alınan dürtüler için de geçerlidir.¹²²

*“Renk yarı saydam maddeyi, örneğin havayı hareket ettirir ve hareketin görsel organa iletilebilmesi anlamında nesneden uzanırken onun içinden geçer”. “Işık asla yansımaya bırakmaz, aksi takdirde ışık olmazdı, ancak güneş ışınlarının doğrudan düştüğü yer dışında”.*¹²³

Aslında Aristoteles, Empedocles'in bazen kullandığı görsel ışınlar teorisini şu argümanla reddeder: Görmenin, gözden gelen ışığın yayılmasıyla meydana geldiğini söylüyorsa, görme karanlıkta neden mümkün olmuyor?¹²⁴ Öte yandan, “Meteorologica”nın gökkuşağı bölümlerinde Aristoteles görsel ışınlar teorisini kullanır.

1.4. ARİSTOTELES VE İBN-İ SİNÂ'DA RENK TEORİSİ

Aristoteles'in renk teorileri hakkındaki görüşleri, gökkuşağının açıklanması, görme veya ışığın zayıflaması gibi yansıma yoluyla rengin meydana gelmesini açıklamak vs. kayda değerdir. Bu görüşün tedrici dönüşümü, gökkuşağının açıklanmasında yapılan en önemli ilerlemelerden biri, on dördüncü yüzyılın başlarında önemli bir rol oynayacaktır.¹²⁵ İngilizce kaynaklarda, Aristoteles'in kullandığı renk isimlerinin çevirisi beklediğimiz gibi tutarlılık göstermez, çünkü renk isimleri her iki dilde de belirsizdir. Bununla birlikte, Aristoteles'in üç temel renk için kullandığı kelimelerde tutarlı olduğu unutulmamalıdır.

¹²¹ Lindberg, “Roger Bacon’s Theory of the Rainbow: Progress or Regress?”, s. 238.

¹²² Sayılı, “The Aristotelian Explanation of the Rainbow”, s. 72.

¹²³ Sayılı, **a.g.m.**, s. 72.

¹²⁴ Sayılı, **a.g.m.**, s. 72.

¹²⁵ Sayılı, **a.g.m.**, s. 70.

Aristoteles'in üç renk temasına yaklaşımının çeşitli şekilde olduğunu bu versiyonda görürüz: "*Renklerin sunumu için belirlediğimiz ilkeler doğruysa, gökkuşağının zorunlu olarak üç rengi vardır. Sarının görünümü kontrasttan kaynaklanmaktadır, çünkü kırmızı yeşil ile karşılaştığında soluklaşır. Bunu bulutun daha siyah olduğu zaman gökkuşağının daha açık olduğu görerek anlayabiliriz*".¹²⁶ Aristoteles'in renk teorisinin gökkuşağına uygulanması, yüzyıllar boyunca hüküm süren bir dogmaya yol açtı. "Renklerin görünümüyle ilgili belirlediğimiz ilkeler doğruysa, gökkuşağının zorunlu olarak üç rengi vardır, diğerleri yoktur." Üç renkli bir gökkuşağın inancına o kadar bağlı idi ki, on dokuzuncu yüzyıl Fransız halk şarkısında yay "özgürlüğün gökkuşağı"¹²⁷ olarak adlandırıldı.

Aristoteles, gökkuşağının yeşil, kırmızı ve mor olduğunu ve hiçbir karışımın olmadığını, üç renkten oluştuğunu söyledi. Bu renkler, mistik, felsefi, aritmetik ve deneysel gerçeklerdir. Sarı bunlara ikincildir ve mor ile yeşil arasında durur. Bunlar yansıma yoluyla değil, renklerin zıtlığından kaynaklanır. Üç baz karıştırılarak ve yan yana getirilerek diğer renkler görüntülenebilir. Aristoteles, gökkuşağının gökyüzünde nasıl ve neden görüldüğünü de uzun uzun anlatır. Bu fenomen, belirli bulut oluşumu koşulları altında gelişen güneş ışığının yansıması ile ortaya çıkar ve farklı hava koşullarının, özellikle de yağmurun bir işaretidir. Renkler, üç aşamada gerçekleşen yansıma yoluyla görmenin zayıflamasından kaynaklanmaktadır. İlk başta karanlık su ortamına yansıyan parlak güneş ışığı kırmızı görünür; sürekli görme zayıflamasından dolayı başka renkler meydana gelir.¹²⁸

İbn-i Sînâ'nın düşüncesi gökkuşağının renklerinin açıklaması konusunda tamamıyla değişiktir. Aristoteles'in savunduğu açıklamaların neredeyse eksik olduğunu açıkça ifade eder, diğer taraftan başkaları tarafından yapılan bazı deneyimlere dayanan açıklamaları, bazen de bazı başka tasavvurları kabul etmektedir. Gökkuşağının renklerinin tezahür etmesi iki farklı vasıfta bulutun varlığı ile temellendirilmesi olgusuna tümüyle aykırı olduğunu belirler, birbirinden ayrı

¹²⁶ Sayılı, **a.g.m.**, s. 69.

¹²⁷ Boyer, **The Rainbow, from Myth to Mathematics**, s. 49.

¹²⁸ Liz James, "Colour and the Byzantine Rainbow", **Cambridge University Press**, C. 15, No. 1, 1991, s. 73.

renklerin hep aynı ve tek nemli hava ortamında veya bulut katmanında izhar edildiğini mutlak bir hakikat gibi söylemektedir.¹²⁹ Aristoteles'teki renk açıklaması tam anlamıyla eksiktir ve üstelik birbirleriyle bağlantılı olmayan birtakım unsurları içermektedir.

İbn-i Sînâ'ya göre doğada türlü görme hataları veya yanlış görüntü oluşumları vardır. Bu durum ise hem şekil hem de renk bakımından meydana gelir. İbn-i Sînâ'ya göre ışıklı bir cismin yakın bir aynadan yansması ile ışıldayan bir renk manzarası ortaya çıkar. Eğer ayna uzakta ise ve ortam ışıksız ise bu parlak cismin ışığı ile loş karışımından dolayı başka renklerin ortaya çıkması da mümkündür. Aynı şekilde ışık siyah bir bulut üzerine düşünce bulut kırmızı renkte görünür. Açıkça bellidir ki İbn-i Sînâ'nın bu düşünceleri Aristoteles görüşlerinin izlerini taşır.¹³⁰

İbn-i Sînâ gökkuşağındaki temel renklerin sayısının üç olduğunu ve bu renklerin sınırlı bir şekilde meydana gelmesi gerektiğini vurgulayarak, renklerin daima birbirlerinden kesin ve belli hudutlarla fark edilmelerinin mümkün olmadığını, ara sıra renklerin bazı farklılıkların görüldüğünü iddia etmekte, gökte en fazla iki gökkuşağının izhar olduğu, bunlardan ikincisinin ışığı zayıf olduğunda üçüncü bir kuşağın görülme ihtimalini reddetmektedir, fakat bunun salt bir ihtimal olduğunu da belirtmiştir.¹³¹ İbn-i Sînâ gökkuşağı renklerinin üç farklı renk olduğuna dair peripatetik inancı kabul etti. Birbirleriyle birleştiklerini kabul etmesine rağmen, birinin nerede bittiğini ve diğerinin nerede başladığını söylemenin imkânsız olduğunu belirtti. Ancak bunun ötesinde öğretinin anlaşılabilirliğine da hükmetti.

Hem Aristoteles hem de İbn-i Sînâ, yeni bir rengin yaratılmasından iki rengin karıştırılmasından bahseder. (Bu, El-Karâfi'nin renkleri açıklamada verdiği prosedüre benzer olarak düşünülebilir), ancak bunu başka açılardan yaparlar. Örneğin Aristoteles, ressamın yenilerini yaratmak için farklı renkleri karıştırdıklarını, ayrıca lambanın ışığı ve doğal ışık altında renklerin farklı görüldüğünü söylüyor. İbn-i Sînâ, ışık siyah bir bulutun üzerine düştüğünde kırmızı

¹²⁹ Sayılı, "İbn Sina'da Işık, Görme ve Gökkuşağı", s. 296.

¹³⁰ Sayılı, **a.g.e.**, s. 294.

¹³¹ Sayılı, **a.g.e.**, s. 296-297.

görünür; diğer renklerin ise nesnenin ışığı ve karanlık tarafından yaratıldığını söyler. Benzerlik, El-Karâfi'nin ve Seneca'nın gökkuşağının renkleri açıklamasında da görülür. Seneca'ya göre: "Gökkuşağındaki renk çeşitliliğine gelince bunun nedeni alınan iki kaynaktan dolaydır bu ise kısmen güneştir ve kısmen de ıslak buluttur."¹³²

Gökkuşağı'nın açıklamasında yansıma şüphesiz İbnü'l-Heyssem ve İbn-i Sînâ ve daha sonra gelen bilim adamları Ebü'l-Abbâs Şihâbüddîn Ahmed b. İdrîs b. Abdirrahmân el-Mısrî el-Karâfi (ö.1283-86) ve Zekeriya İbn Muhammed El-Kazvini (ö.1283)' de görülebilir. Aristoteles ayrıca yansımanın rengin meydana gelmesinde etkili olduğunu düşünür: "*Orta derecede koyu veya koyu bir yüzeyden geçen beyaz ışık bir fark yaratmaz kırmızı görünür.*" Anlaşılan onun, tüm vurgusu yansıma üzerinedir.¹³³ Daha sonra filozoflar Aristoteles'in açıklamasını geliştirdiler ve gökkuşağı için mor, sarı, yeşil, mavi ve kırmızı bantları kapsayan bir dizi renk sağladılar.

Aristoteles'in açıklaması, yaklaşık on sekiz yüzyıl boyunca gökkuşağının en sofistike matematiksel incelemesi olarak kaldı. Bununla birlikte, bulutun bir bütün olarak yansımaya yaptığı vurgu, onu sonraki araştırmaların önünde büyük bir engel haline getirdi. İbn-i Sînâ (980-1037) bu fikre ilk meydan okuyanlardan biriydi. Bulutun gökkuşağının yeri olmadığını savundu, daha ziyade ışığı yansıtan bulutun önündeki nem parçacıklarıydı¹³⁴ Onun bu düşüncesi tek bir yağmur damlasından geometrik bir yansıma olasılığı doğru açıklamaya ulaştıran en önemli adımlardan biri oldu fakat İbn-i Sînâ'nın bu olasılığı görme imkânı olmadı.

Gökkuşağının daha sofistike teorileri, bir süre sonra Müslüman alimler tarafından önerildi. İbn-i Sînâ (980-1037) Aristotelesçi gökkuşağı teorisinden ayrıldı. Bağımsız gözlem ona, yaygın kara bulutlarda değil, bulutlarla güneş veya gözlemci arasında uzanan çok ince siste oluştuğunu göstermişti. Bulut, aynada camın arka yüzeyine yerleştirilmiş bir cıva gibi, bu ince maddenin yalnızca arka planı olarak

¹³² Aydın Sayılı, "Al Qarafi and his Explanation of the Rainbow", *Isis*, C. 32, No. 1, 1940, s. 22.

¹³³ Sayılı, "The Aristotelian Explanation of the Rainbow", s. 71.

¹³⁴ <https://www.encyclopedia.com/science/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/theodoric-freiberg-and-kamal-al-din-al-farisi-independently-formulate-correct-qualitative> (Erişim: 03.03.2021).

hizmet ediyordu. İbn-i Sînâ sadece yayın yerini değil, aynı zamanda renk oluşumunun yerini de değiştirir, renklerin değişmesini sadece gözdeki öznel bir his olarak tutar. Sahip olduğu eski teorilerin tek unsuru, temel yansıma olgusudur. İbn-i Sînâ, dürüstçe "Gökkuşağı hakkında tüm bildiklerim bu. Başkalarından daha fazla açıklama istenmelidir"¹³⁵ diyerek açıklamayı mütevazı bir şekilde kapatır.

1.5. ARİSTOTELES'İN YANSIMA TEORİSİ

Aristoteles'in yansıma olarak kullandığı kelime “ἀνάκλασις”dır. Barthelemy Saint-Hilare (Meteorologie d'Aristote, 1836) bu kelimeyi kırılma olarak tercüme ediyor, fakat E.W. Webster'in bazı çalışmalarında bunu yansıma olarak kullanıyor. Her durumda gökkuşağı söz konusu olduğunda, kastedilenin yansıma olduğu konusunda hiçbir şüphe yoktur. Hem olay yarıçapı hem de yansımadan sonra üretilen yarıçap, yansımanın meydana geldiği yüzeyin aynı tarafındadır. Aşağıdaki ifadeler, hâlelerin kırılma ile değil, yansıma yoluyla da meydana geldiğini savunur: hepsi yansımalarıdır. Güneşten ve diğer bazı aydınlatıcı nesnelere gelen yansımanın (ἀνάκλασις) meydana geldiği yüzey ve şekilden farklıdır. *"Böylece gökkuşağı her zaman güneşin önünde meydana gelir fakat hâle onun etrafında görünür. Her ikisi de yansımalarıdır (ἀνάκλασις), ancak gökkuşağı renklerinin çeşitliliği ile ayırt edilir. Bir taraftaki yansıma karanlık ve uzaktaki sudan olur; diğer yandan daha yakın ve daha hafif ışıklı havadan"*.¹³⁶ Kırılma sözcüğü, modern kullanımda yansıma olarak anılan antik çağ'da yaygın olarak kullanılmıştır ve bağlamda, Alexander tarafından kullanılan *Fractio* ve *Disruptio* sözcüklerinin bugün kırılma dediğimiz şeyi açıkladığı¹³⁷ açıktır.

Aristoteles'in gökkuşağı'nın şekline ilişkin açıklamasının, daha sonraki yansıma yasalarına ilişkin bilgiler ışığında bir eleştirisi şu şekilde yapılabilir: Küçük aynalar düzlem olarak kabul edilirse ve yüzeylerinin büyük küresel aynayla örtüştüğü düşünülürse, o zaman gökkuşağının şekli yansıma yasalarını ihlal etmeden

¹³⁵ Carl B. Boyer, “Robert Grosseteste on the Rainbow”, **The University of Chicago Press**, C. 11, 1954, s. 248.

¹³⁶ Sayılı, “The Aristotelian Explanation of the Rainbow”, s. 71-72.

¹³⁷ Boyer, “Refraction and the Rainbow in Antiquity”, s. 383.

açıklanamaz. Ancak yansıma yasaları Aristoteles tarafından tam olarak bilinmemektedir.¹³⁸ Tek bildiği geometrik bir tek biçimliliğin varlığıdır.

İskender'in yorumları yeterince açık olmayıp, daha çok Aristoteles'in argümanlarının uzun tekrarlarıdır, ancak çalışmaları 17. yüzyılın sonuna kadar geniş bir şekilde alıntılıdır. Ondan alıntı yapanlar arasında “Meteorologica” üzerine ikinci önemli Yunan yorumunun yazarı olan Olympian-Platonist’u anmak gerekir. Olympian'ın çalışması, aşırı bir hayranlık ile karakterize edilir, ancak Aphrodisias'ın eski fikirleri savunmak için yeni argümanlar kullanmasına dayanan Aphrodisias'tan biraz daha büyüktür. Olympian, Aristoteles'in, hâle, gökkuşağı, “parhelia, sundog”un (sahte güneş) yansıma sonucu ortaya çıktığını savunuyor. Aristoteles ve İskender, açıkça bu fenomenlerin yansımadan kaynaklandığını söylüyor. O halde bu fenomenlerden bazılarının yansımanın ve bazılarının da kırılmanın sonucu olduğunu nasıl söyleyebiliriz?¹³⁹

Aristoteles yansıma yasasını biliyor, Heron'un teoremini, açılmanın eşitliğinin en küçük mesafeye ifade edildiğini kanıtıyor; kantitatif kırılma yasasını bilmiyor, ancak fenomenin net bir şekilde anlaşıldığını gösteren kanıtlarla bir diyagram veriyor. Yansıma ile görülen nesnelerin daha küçük görüldüğüne inanıyor; kırılmadan görülenlerin daha büyük görüldüğünü yazıyor. Bu prensibe dayanarak, gökkuşağı ve hâlenin yansımadan çok kırılmanın sonucu olduğu fikrine karşı çıkıyor. Güneş gökkuşağı ve ay hâlesi kırılmanın sonucu olsaydı, güneş ve ayın büyütülmüş görüntüleri olacağını açıkladı. Ayrıca, hâle ve gökkuşağı kırılmadan kaynaklanıyorsa, gerçekte zıt konumdayken,¹⁴⁰ güneş ile gözlemci arasında doğrudan bir ortamda görünmeleri gerekirdi.

Aristoteles, kendi anladığı şekliyle ışığın yansımasının altında yatan tekdüzeliği ihlal etmeden, ciddi farklılıklara düşmeden birincil ve ikincil gökkuşağının şeklini açıklayamazdı. Yaylardan birini açıklamasında onun için gerekli olan bu tekdüzelikler, her ikisini de açıklayabilmesini engeller. Gökkuşağı çemberlerini

¹³⁸ Sayılı, **a.g.m.**, s. 80.

¹³⁹ Boyer, **a.g.m.**, s. 384.

¹⁴⁰ Boyer, **a.g.m.**, s. 384.

hesaplamak adına, Aristoteles, güneş ve bulutların gözlemciden bir o kadar uzakta ve her ikisinin de sonlu mesafelerde olması gibi bazı basitleştirmeler sunar. Bu sınırlamalar dahilinde ve ayrıca Aristoteles'in küçük düzlem aynalar gibi yağmur damllarını kabul ettiği varsayılırsa,¹⁴¹ meseleyi çok iyi açıklamış olur.

Bu açıklama genellikle gökkuşağı hakkında yazan orta çağ bilim adamları tarafından kabul edildi, ancak açıklamaları oldukça düşük seviyededir. Bunun nedeni, yansıma yasaları hakkında doğru bilgiye sahip olmalarına rağmen, Aristoteles'in genel tarzını uyarlamalarıdır. Ve yayın şekline ilişkin Aristotelesçi açıklama, yalnızca Aristotelesçi düşüncenin düzenliliği bilgisine referansla kabul edilebilir. Fakat İbnü'l-Heysem bu konuda bir istisnadır. Aristotelesçi görüşlerde yansıma yasalarına uymak için gerekli değişiklikleri yaptı.¹⁴²

İbn-i Sînâ gökkuşağını açıklama konusunda kendisinin de belirttiği gibi Aristoteles'i takip etmiştir. Bunun ayrıntısını açık bir şekilde şu misalde görmek muhtemeldir.¹⁴³ İbn-i Sînâ, Aristoteles'in öğretisine göre küçük aynaların rengi yansıtıldığını fakat formu veremediğini savunur. Aristoteles bu görüşe dayanarak güneş ışınlarının küçük aynalardan yani su damllarından oluşmuş olduğu nemli bulutun bir katmanından yansıma ile ortaya çıkan görüntünün neden güneşe benzemediğini, neden bir daire kursu olmayıp dairesel bir yay olarak kuşak şeklinde izhar olmasını göstermek olanaklıdır dedi.

1.6. İBNÜ'L- HEYSEM'DE GÖKKUŞAĞI VE HÂLE TEORİLERİ

Arap bilim adamların ilgilendikleri meteorolojik fenomenler arasında özellikle havadaki ışık fenomenleri arasında en başta gökkuşağı ve hâle gelmektedir. Bu fenomeni açıklamak için Aristoteles'in teorisini kısmen yakından takip edip, kısmen de bu teoriden uzaklaşıyorlardı. İbn-i Sînâ'nın "Kitabü'ş-Şifa" eserinde gökkuşağı hakkında güçlü yaklaşımları vardır. Fakat İbnü'l-Heysem'in gökkuşağı ve hâle üzerine yaklaşımı oldukça farklıdır, bu konu hakkında İbn Ali Usaybia'dan yazdığı

¹⁴¹ Sayılı, "The Aristotelian Explanation of the Rainbow", s. 81.

¹⁴² Sayılı, **a.g.m.**, s. 81 (Bu ifade, İbn Sina'ya göre doğru olabilir, fakat düşük bir ölçüde.).

¹⁴³ Sayılı, "İbn Sina'da Işık, Görme ve Gökkuşağı", s. 295.

rivayet edilir.¹⁴⁴ İbnü'l-Heyssem, suyla dolu küresel bir cam küre ile deneyler ve kırılma çalışmaları yaptı. Bunları gökkuşağına bağlayamaması ve "Kitab el-Menazır"da yaydan bahsetmemesi sıkıntı vericidir. Bununla birlikte diğer yazılarından, içbükey bir bulutun yansımından kaynaklanan eski Anaksagor yay fikrine bağlı kaldığı bilinmektedir.¹⁴⁵ İbnü'l-Heyssem'in gökkuşağı teorisi başlangıçta pek iyi karşılanmamıştı.¹⁴⁶ İbnü'l-Heyssem söz konusu teoriyi iki eserinde söz konusu etmiş, bu teoriyi "Kitâbu'l-Menâzir" isimli eserindeki araştırmaya dahil etmemiştir. Benzer şekilde burada daha önce bahsettiğimiz teorinin doğru olmadığı ve bu fenomenin yeni teorisiyle hiçbir bağlantısı olmadığı, temeli ve özü bakımından ondan tamamen farklı olduğunu tekrarlamak da uygun olabilir.¹⁴⁷ Dahası, İbnü'l-Heyssem suyla dolu küresel bir cam küre ile deneyler yaptı ve bunları, İbn-i Sînâ'nın gökkuşağı açıklamasında öne sürdüğü nem parçacıklarıyla kolayca ilişkilendirdi. Görünüşe göre sahne gökkuşağı tarihinde büyük bir atılım için kurulmuştu. İbnü'l-Heyssem "Kitab el-Menazır"da gökkuşağından bahsetmiyor. İbnü'l-Heyssem'in, diğer eserleriyle ilgili sonraki yorumlarından Anaksagoras ve Aristoteles'i anımsatan bir teoriyi desteklediği bilinmektedir. Güneş ışığının, içbükey küresel aynadaki gibi bir bulutun üzerine düştüğü varsayılır ve daha sonra, bulutun doğru şekil ve konumda olması şartıyla, gözlemcinin gözüne yansıtılır. Ancak bu yansımada kişi güneşin şeklini değil sadece rengini görür, çünkü bulut parçacıkları birbirine asılmış olsa da ayna yüzeyleri çok küçüktür.¹⁴⁸ İbnü'l-Heyssem, selefleri gibi, bulut ile onu oluşturan unsurlar arasındaki ilişki karşısında gözle görülür bir şekilde hayrete düşmüştü. Kendisi, Aristoteles'in açıklamasını takdir edecek kadar yetenekli bir geometri bilgisine sahipti.

İbnü'l-Heyssem'in gökkuşağıyla alakalı çalışmasını "Makâle Fi Kavs Kuzah ve El-Hâle" eserinde görmekteyiz. Burada İbnü'l-Heyssem, ortaya çıkan görüntünün sadece yansımadan ibaret olduğunu savunmuştur. Fakat gökkuşağı'nın ortaya

¹⁴⁴ Wiedemann, "Theorie des Regenbogens von Ibn al Haitam", s. 73.

¹⁴⁵ Boyer, "Robert Grosseteste on the Rainbow", s. 248-249.

¹⁴⁶ Boyer, **The Rainbow, from Myth to Mathematics**, s. 157.

¹⁴⁷ Mustafa Nazif Beg, **El Hasan bin El Heysem: Buhusuh ve Küşufuh el Basariyye**, Maatbatu Nuri bi-Mısır, 1942, s. 425.

¹⁴⁸ Boyer, **The Rainbow, from Myth to Mathematics**, s.80.

çıkmasındaki ana sebep ışığın kırılmasıydı ve bu hadiseyi “Maḳāle fi’l-küreti’l-muḫriḳa” adlı eserinde ayrıntılı bir şekilde incelemiştir.¹⁴⁹ Öklid tarafından kurulan yansıma yasalarına uyulmaması, gökkuşağı hakkında yazan Müslüman yazarlarda da görülmektedir.¹⁵⁰ İbnü’l-Heyssem de buna dahildir.

Gökkuşağının kökenini açıklamak için, Eilhard Wiedemann'ın da açıkladığı gibi, İbnü’l-Heyssem, küresel içbükey ayna teorisini kullanır. Bir ışının, uzak bir ışıklı noktadan içbükey aynanın eksenindeki bir noktaya yansıtılması beklenir ve bunun sadece eksene eş merkezli bir daireye yansıtıldığı zaman olduğu gösterilmiştir. Güneşi ışıklı bir nesne olarak düşünürsek, eksen üzerindeki ışınların yansıtılacağı noktada, gözlemcinin gözü, nihayetinde içbükey aynanın yerine ışığı yansıtmaya özelliği olan bir bulut, gökkuşağının eksenine eş merkezli daireye karşılık gelir; bunun genişliği basitçe ışıklı nesnenin, güneşin belirli bir uzantısına atfedilir.¹⁵¹

İbnü’l-Heyssem gökkuşağının oluşması için güneş ışığının insan gözüne ulaşmadan önce bulutlar tarafından yansıtılması gerektiğini öne sürdü. Böylece bulutları oluşturan su damlacıkları ışık ışınını yansıtır ve yoğun hava ve ıslaklıktan oluşan yansıtıcı, pürüzsüz, içbükey küresel aynada oluşan bir görüntü gibi bir kırılma ile iki veya daha fazla yansıma yoluyla gökkuşağının renklerini oluşturur. Bunu deneysel olarak doğrulamak kesinlikle zordur, ancak Farslı araştırmacıya göre bu, yağmurun büyük ölçekli bir deneysel modeli olan suyla dolu şeffaf bir cam küre boyunca bir ışık ışınının kırılması olgusunu inceleyerek yapılabilir. Renk spektrumunu değerlendirmek için ışınların içeri girmesine izin verecek kontrollü bir açıklığa sahip karanlık bir odada incelemek gerekir. Hem İbnü’l-Heyssem hem de bilge İbn-i Sînâ, gökkuşağı'nın kara bulutun kendisinde değil, bulutlar, güneş ve gözlemci arasındaki dar sis tabakasında oluştuğunu düşündüler.¹⁵² Bulut, aynanın arkasına uygulanan cıva boyası gibi hassas madde için fon görevi görür.

İbnü’l-Heyssem yansıtıcı cisim şu ifadelerle açıklamaktadır:

¹⁴⁹ Topdemir, “Gök Kuşağı”, s. 122.

¹⁵⁰ Sayılı, “The Aristotelian Explanation of the Rainbow”, s. 82.

¹⁵¹ Würshmidt Joseph, “Die Theorie Des Regenbogens und der Halo bei Ibn al Haitam und bei Deitrich von Frieberg” **Meteorologische Zeitschrift (Braunschweig)** 31. 1914, s. 485.

¹⁵² Corradi, **a.g.m.**, s. 50.

“Yüzeyi pürüzsüz olan veya çok küçük olmayan pürüzsüz parçalardan oluşan kısımdır. İyileştirici veya oluştuğu kısımlar ne kadar fazlaysa, içinde görünenin (yani yansıma) boyutu o kadar büyük olur, orada en gerçek görüş ve en belirgin/net renk olur”. Nemli hava, eğer varsa ışığın yansıtılabileceği şekilde hazırlanır, “ya en alt yüzeyinde ya da ötesinde iyileşir” ve ne kadar iyileştirici olursa, ışık o kadar güçlü olur.¹⁵³

İbnü'l-Heyssem, nemli havanın bir top gibi şekillenmesinin ve yansıtıcı yüzeyinin içbükey olmasının nedenlerinden bahseder. O bu konuda şöyle demektedir:

“Çevrelerin yansıtılabildiği ve içinde kesilebildiği kirlenme/su birikintisi türleri farklıdır. Ancak dünyanın bazı yerlerinde bulunanlara en düzenli ve en benzerdir. Birincisi, bu cismin (yani nemli havanın) onun tarafından oluşturulmasıdır ki o da kürenin şeklidir. Bu, havanın ve suyun şekliydi ve dünyanın havayı çevreleyen kısımlarıydı. Buhar aynı zamanda bir kürenin yüzeyinden bir topun yüzeyine yükseldiğinden ve her tarafta tek bir pozisyonda, dünyanın merkezinde küresel bir merkez olmalı ve her parçası hazır veya ona yakın olmalıdır. Yukarıda belirtilen nemli hava damlalarının top sürme gibi olma olasılığı o kadar yüksektir”¹⁵⁴

İbnül-Heyssem'in “Kitab el-Manazir” kitabı hem Arap dünyasında hem Batı'da hem de Osmanlı döneminde optik çalışmalar üzerinde güçlü bir etki yaptı. Bununla birlikte, gökkuşağının oluşumunda bireysel yağmur damlasının rolünü doğru bir şekilde vurgulayanlar, İbnü'l-Heyssem'in metodolojisini uygulamadılar. Gökkuşağı oluşumunun optik geometrisinin analizi tatmin edici (kabul edilebilir) bir deneysel model oluşturmadı ta ki Kemâleddin el-Fârisî ve Freibergli Theodoric ayrıntılı açıklamayı sağlayana kadar.¹⁵⁵ Freibergli Theodoric'in fikirlerine benzer fikirlerin pratik olarak Müslüman dünyasında aynı anda ortaya çıkması şaşırtıcı bir tesadüftür.

¹⁵³ Nazif Beg, **a.g.e.**, s. 426.

¹⁵⁴ Nazif Beg, **a.g.e.**, s. 426.

¹⁵⁵ <https://www.encyclopedia.com/science/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/theodoric-freiberg-and-kamal-al-din-al-farisi-independently-formulate-correct-qualitative> (Erişim: 03.03.2021).

İbnü'l-Heyssem, gökkuşağının incelemesine, optik araştırmalarda yararı kanıtlanmış olan matematik ve fiziğin dahil edilmesi (birleşimi) içinde uygulamak için ısrarlı bir şekilde konuya yaklaşır. Bu konuda şunları beyan eder:

"Bu iki fenomen (hâle ve gökkuşağı) her zaman yoğun havada bulunur ve aynı sıradaki gerekli bir figürden oluşur; hâle, bir değişkenden etkilenmediği sürece her zaman bir daire şeklindedir. Gökkuşağı ise her zaman bir dairenin bir parçası şeklindedir, ikiside havada olduğu için onları fiziksel bir bakış açısıyla değerlendirmek gerekir ve şekilleri dairesel olduğu için matematiksel açıdan da düşünmek gerekir. Bu nedenle hem fiziksel soruların hem de matematiksel ilkelerin gereksinimlerine göre gerçeklerini araştıran ve gerçeklikleri ile tutarlı olanı hesaba katarak ele alacağız"¹⁵⁶ der.

Renklere gelince, İbnü'l-Heyssem, Aristoteles tarzında, ışık ve karanlığın bir karışımından kaynaklandıklarını önermekten başka bir şey yapmadı. Gökkuşağına, bulutun içbükey iç yüzeyinden gelen bir yansıma neden olur ve bu nedenle farklı renkler, ortama giren ışınların karışmaya maruz kalma derecesindeki değişikliklere karşılık gelir.¹⁵⁷ İbnü'l-Heyssem'in ışık kırılması üzerine çalışmaları bilim tarihine önemli bir katkı sağladı. Batlamyus zamanından beri başkalarının görüşlerine rağmen kırılma açısının geliş açısı ile orantılı olmadığını gösterdi.

1.7. ÇAĞDAŞI İBN-İ SÎNÂ'DA GÖKKUŞAĞI VE HÂLE TEORİLERİ

Latin dünyasında bilimsel araştırmalar neredeyse uykuda iken, Arap medeniyetindeki bilimsel faaliyet 1000 yılı civarında zirveye ulaştı. İşte o dönemde, İslam'ın en büyük alimi Ebû Alî el-Hüseyn b. Abdillâh b. Alî b. Sînâ (ö. 428/1037) çalışmalar yaptı. Batı'da Avicenna olarak bilinen, matematik, astronomi, fizik, tıp ve felsefe alanlarında o kadar eserler verdi ki, kendisi Arapların Aristotelesi olarak anıldı. Yazdığı pek çok inceleme ve yorum arasında, daha sonra Latince'ye çevrilen ve Avrupa'da geniş bir etki yaratan "Meteoroloji" üzerine bir çalışması da vardı. Bu

¹⁵⁶ Roshdi Rashed, **a.g.m.**, s.117.

¹⁵⁷ Boyer, **The Rainbow, from Myth to Mathematics**, s. 80.

çalışma, açıkça Aristoteles'e çok şey borçlu olan, ancak hiçbir şekilde onu tam olarak takip etmeyen, gökkuşağının sistematik bir şekilde ele alınmasını inceliyor.¹⁵⁸ Bu bağlamda İbn-i Sînâ'nın optikle alakalı gökkuşağı konusunun incelenmesi sebebiyle bu bölümde onun böyle bir davranışı nasıl benimsediğini, şüpheyi gerektiren bilgilerde onun izlediği yolu göstermek bu konunun en güzel bir misalidir.¹⁵⁹ Gökkuşağının en temel parçası görme ve ışık konularını İbn-i Sînâ ve İbnü'l-Heysen ayrıntılı bir şekilde incelemişlerdir. Bu konuda bazı düşünceleri ve çalışmaları kısaca verilmiştir.

Meşhur Alman bilim adamı Wiedemann da İbnü'l-Heysen'in gökkuşağı hakkında yaptığı çalışmasında fark ettiği önemli noktalardan birisi İbn-i Sînâ ile İbnü'l-Heysen'in gökkuşağını açıklama konusunda birbirlerine benzemediğini beyan etmiştir.¹⁶⁰ Aralarındaki fark, birbirinden değişik şekildeki izahları göz önünden kaçmayacak kadar açık hale getirmektedir.

İbn-i Sînâ'ya göre çığ veya sis kırıntılarının bazılarının tesirli olmayışları şekil veya görüntü oluşturma bakımından bazı niteliklerden mahrum olmalarından kaynaklanır veya bu niteliklerden mahrum olmamakla birlikte geliştirdikleri görüntü yeterli derecede baskın değildir. Misalen, rengin veya ışığın yeterli kademedeki parlak olmayışı böyle bir neticeyi doğurur. Bu bağlamda var olan görüntüler belli bir geometrik sebebiyle ilgili olduğunda ortaya çıkan görüntünün şeklini tespit eder. Böyle olduğunda ışık etkisi yapan obje ile göz ve ışığı yansıtan ayna veya ayna parçası hep aynı şartı tatmin eder. Bu durumda inikas anında ışığın ortaya çıktığı manzara çember şeklinde bir kuşak halindedir.¹⁶¹

Bu konuyu İbn-i Sînâ şöyle açıklar:

“Eğer aynacıkları oluşturan seyreltik bulut ya da çığ katmanı ışıklı cisim ile göz arasında elverişli bazı durumları içerecek biçimde ve konumda bulunmaktaysa, o zaman, hâle misalinde olduğu gibi, görüntü, merkezi ışıklı cisim ile gözü birleştiren

¹⁵⁸ Boyer, a.e., s. 77.

¹⁵⁹ Sayılı, “İbn Sina'da Işık, Görme ve Gökkuşağı”, s. 257.

¹⁶⁰ Sayılı a.g.e., s. 285.

¹⁶¹ Sayılı, a.g.e., s. 295.

doğru üzerinde bulunan bir daire şeklinde olur. Eğer seyreltik bulut ya da çiğ tabakası göze nazaran ışıklı cismin bulunduğu yörenin karşısında bulunmakta ise, o zaman bu nemli zerrecikler katmanı içinde meydana gelen daire biçimindeki görüntü her zaman için belli sırada iice renkli şeritlerden oluşan gökkuşağı biçiminde ortaya çıkmaktadır."¹⁶²

İbn-i Sınâ hâle ile gökkuşağının formunu açıklamak için teorilerin ve farazi birtakım hususların tatmin seviyesine ulaşması gerektiğini vurgulamıştır. Ancak bunun koşulları nelerdir tayin etmemiştir. Asıl amacı bu olayın mantıki temel şartlarının genel hatlarıyla belirlemesidir. Zira, hâlenin ortaya çıkış şeklini ve hangi şartlar altında meydana geldiğini varsaymak oldukça zordur. Gökkuşağının açıklanmasının yansıma temeli üzerine izah edilmesi imkansızdı.¹⁶³

Gökkuşağı teorisine İbn-i Sınâ, iki ortama ihtiyaç duyulduğunu söyleyerek Aristotelesçi olmayan bir unsur ekledi: Bunlardan biri, bir aynadaki kurşunun (kimyasal element) arka planına karşılık gelen kara buluttur; diğerisi ise aynadaki cama benzer şekilde bulut ile güneş arasında bir ortamdır.¹⁶⁴ Gökkuşağı, genel olarak anlaşıldığı gibi bulutun içinde veya üstünde değil, doğrudan bulutun önünde uzanan bir ortamda bulunur. Bu, İbn-i Sınâ'nın kendisi tarafından yapılan gözlemler sonucunda önerildi. Bir tepenin arkasında, tepenin bir tarafında kopmuş bir bulut vardı. Ancak gökkuşağı sadece bulutlarda değil, tepenin karşı tarafında da görülüyordu. Yine, bulut çok alakken, arkasında bir dağ olan kara bir bulutun üzerinde bir gökkuşağı görmüştü. Bu nedenle gökkuşağının karanlık, geçilmez bulutlardan ziyade çiy gibi küçük şeffaf parçacıklara bölünen nemli havadan gelen ışığın yansımasıyla yaratıldıđını¹⁶⁵ ileri sürdü.

İbn-i Sınâ hayatı boyunca rastladığı gkkuşaklarının sayısı hesap edilmeyecek kadar fazla olduklarını iddia ediyor. Ancak bilhassa dağlık arazilerde gökkuşağının ortaya çıkışı daha fazla oluyor ve zaman zaman iki gökkuşağının aynı anda bir arada

¹⁶² Kitabuş-şifa, Tahran taşbasması, cilt 1, s. 262-263; M. Horten (ve Wiedemann), s. 535-537.

¹⁶³ Sayılı, **a.g.e.**, s. 295.

¹⁶⁴ Boyer, "The Tertiary Rainbow: An Historical Account", s. 142.

¹⁶⁵ Boyer, **The Rainbow, from Myth to Mathematics**, s. 78.

görüldüğünü ekliyor. İbn-i Sînâ'ya göre bahçe sulanırken serpilen suda gökkuşağına mümasil küçük renkli çemberler görülebildiğine örnek veriyor ve ağzımızı su ile doldurup suyu bir ışığa doğru dönerek ağzımızdaki suyu fişkırtırsak, yine benzer bir dairevi şekilde kuşağın görüleceğini söylüyor. Bu konuda Wiedemann, gökkuşağı olgusu sihirbazlar tarafından incelendiğini anlatan bir kaynağın olduğundan¹⁶⁶ bahsetmiştir.

İbn-i Sînâ bir gün hamamda gökkuşağı görüntüsü gibi bir şekile tanık oldu. Bu şeklin hamamda çakılı bir şekilde durduğunu, yani gözlemcinin kımıldamasına göre yer değiştirdiğini söyler. İbn-i Sînâ yine aynı, bir seferinde hamamda bir mum ışığının etrafında nemli havada da gökkuşağına benzeyen bir sahneye rastladığını ve sabah vakitlerinde kimi zaman karşısında buna benzeyen kuşaklar gördüğünü söylüyor. İbn-i Sînâ'ya göre sabahları bu şekillerle karşılaşmanın sebebi gözde bulunan yaş ve rutubetin olmasıdır. Ona göre gözlerimizi ovduğumuzda bu yayların her seferde kaybolduğu sübut bulmuştur.¹⁶⁷ Bu paragrafta da olduğu gibi İbn-i Sînâ'nın gökkuşağı hakkında verdiği örneklerin açık olmadığı bellidir.

Günlerden bir gün sefer sırasında İbn-i Sînâ Ebiver ile Tus arasında iken, yükseklerde bir bulutun üstünde bir gökkuşağı görüyor. Gördüğü bu gökkuşağının özelliği ise, eksiksiz bir çember yayı şeklinde olmasıydı. Yani dairenin büyük bir yayı vardı. İbn-i Sînâ dağın tepesinden aşağı doğru inince gökkuşağının ufaldığını gördü.¹⁶⁸ İbn-i Sînâ'nın aktardığına göre gökkuşağının küçülmesi gitgide bu şekilde sürmüştür.

İbn-i Sînâ “Kitabü'ş-Şifa”da gözlemlediği bir durumu aktarır: “Bir gökkuşağı gördüm, bir dağın önünde berrak havada gerçekleşti. Havada nem yoğundu, ama yağmur damlaları mevcut değildi. Gökkuşağı dağın yüzeyine uygundu ve üzerini kaplamaktaydı”.¹⁶⁹

¹⁶⁶ Sayılı, **a.g.e.**, s. 299.

¹⁶⁷ Sayılı, **a.g.e.**, s. 300.

¹⁶⁸ Sayılı, **a.g.e.**, s. 300.

¹⁶⁹ Wiedemann, “Theorie des Regenbogens von Ibn al Haitam”, s. 49.

Aynı şekilde bahçe sularken su serpintisinden dolayı gökkuşağının ortaya çıkma örneğini İbn-i Sînâ gökkuşağının yarım daireden büyük bir yayla belirlenme olayına da dikkat çekmiştir. Fakat İbn-i Sînâ, bilinen gökkuşağının yarım daireden küçük bir yay şeklinde görüldüğünü, lakin güneş ufukta iken bir yarım daire kadar belirlendiğini ifade eder ki bu nitelik Aristoteles'te açıklıkla konu edilmiştir.¹⁷⁰

Gariptir ki, İbn-i Sînâ da aynı bunlara eş bir tarzla bu konudaki bilgiyi verimli kılmak istemiştir. Kendisinin yaptığı kişisel gözlemler ve cemettiği veriler çok geniş ve çeşitlidir. İbn-i Sînâ müşterek iki hâleyi görmüş ve birtakım insanların ortak merkezli yedi hâleyi müşahede ettiklerini rivayet etmektedir. Lakin İbn-i Sînâ bunun gerçekliğinden kuşku ediyor. İbn-i Sînâ H. 390 - 391 yılları arasında kendisinin tam ve eksiksiz bir hâle gördüğünü iddia ediyor. Gördüğü hâlede gökkuşağı renkleri mevcutmuş ve etrafı renkli fakat tamamlanmamış bir ikinci hâleyi de müşahade etmiş.¹⁷¹ Bu şekilde Hemedan kasabasında ay etrafında renkli bir hâle gördüğünü söyler.

İbn-i Sînâ'nın gökkuşağı'nın yerinin bir dizi su damlası olduğu yönündeki görüşünü kabul eden el-Fârisî, yağmur damlasını incelemek için suyla dolu bir cam kürenin kullanılabileceğini fark etti. Yeni metodolojisine uygun olarak, onu birincil ve ikincil gökkuşağının tam nitel tanımlamasına götüren bu analogiyle deneyler yarattı.¹⁷² Bazı araştırmacılar, el-Şirazi'nin gökkuşağının tam nitel tanımını ilk defa keşfettiğini, Kemâleddin el-Fârisî'nin ise hocasının fikirlerini basitçe detaylandırıldığını iddia ettiler. Bununla birlikte, Roshdi Rashed bu görüşe ikna edici bir şekilde karşı çıktı.

1.8. KEMÂLEDDİN EL-FÂRİSÎ'NİN GÖKKUŞAĞI TEORİSİ

On dördüncü yüzyıl, ortalama hız teoremi, fonksiyonların grafiksel gösterimi ve atalet kavramının yolunu açan ivme teorisinin yeniden formüle edilmesi dahil

¹⁷⁰ Sayılı, **a.g.e.**, s. 300.

¹⁷¹ Sayılı **a.g.e.**, s. 299.

¹⁷² <https://www.encyclopedia.com/science/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/theodoric-freiberg-and-kamal-al-din-al-farisi-independently-formulate-correct-qualitative> (Erişim: 03.03.2021).

olmak üzere fiziğe birçok önemli katkıda bulunulmasına tanık oldu. Bu nedenle, deneysel metodolojiyi ilerletmek için çok az şey yaptılar. Şaşırtıcıdır ki bu şekilde Avrupa'da Freibergli Theodoric (d. 1250 - ö. 1310) ve İran'da Kemâleddin el-Fârisî (d. 1260 - ö. 1320) tarafından hemen hemen aynı anda keşfedildi.¹⁷³

Bilim tarihindeki garip tesadüflerden 1302 ile 1311 yılları arasında Farslı bilim adamı Kemâleddin el-Fârisî, Theoderik'inkine çok benzer bir gökkuşağı teorisi sunmasıdır. Kemâleddin el-Fârisî'nin teorisi önceden bilim adamları tarafından incelenmiş bir teori değildi ve Theodoric'in çalışmalarıyla herhangi bir izlenebilir bağlantısı da yoktu. Görünüşe göre böyle bir çalışmanın açıklanması zamanı gelmişti. Yay tarihindeki bir sonraki büyük keşif, Descartes'in "Les Meteores" yayınıyla geldi. Genellikle seleflerinin çalışmalarını hafife alan Descartes, yayı bir su küresi kullanarak inceleyen ilk kişi olduğuna inanıyordu, ancak Freibergli Theodoric ve Kemâleddin el-Fârisî kendisinden önce yaptığı gözlemleri tekrar ediyordu ve benzer sonuçlar çıkarıyordu.¹⁷⁴ Kemâleddin el-Fârisî (ö. 1320) ve Alman Dominik Freibergli Theodoric her ikisi de gökkuşağını ayrı yağmur damlalarında meydana gelen kırılma ve yansımaya dikkat çekerek çok kesin bir şekilde açıkladı.¹⁷⁵

İlk bilimsel çalışmalar Arap orta çağlarına kadar uzanıyor. İranlı gökbilimci ve matematikçi Kutbeddin Şirazî (1236 - 1311) ve Kemâleddin el-Fârisî (1260 - 1320) olarak da bilinen öğrencisi el-Fârisî, İbnü'l-Heysem'in "Optik Kitabı"nda (965 - 1039) açıklandığı gibi kırılma fenomenine dayanarak gökkuşağının gerçekleştiği sırada oldukça doğru olan ilk matematiksel açıklamasını vermeye çalıştı.¹⁷⁶ Pers bilim adamı el-Fârisî, gökkuşağının doğru bir açıklamasını muhtemelen Freibergli Theodoric'ten önce, ondan bağımsız olarak yaptı. Hocası Kutbeddin Şirazî (1236 - 1311) tarafından İbnü'l-Heysem'in optik eserlerini incelemesi için teşvik edildi. El-Fârisî, İbnü'l-Heysem'i birkaç noktada düzeltti, teorilerini başka yerlerde çürüttü ve

¹⁷³ <https://www.encyclopedia.com/science/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/theodoric-freiberg-and-kamal-al-din-al-farisi-independently-formulate-correct-qualitative> (Erişim: 03.03.2021).

¹⁷⁴ Hamshere, **a.g.m.**, s. 259.

¹⁷⁵ Tiemersma, **a.g.m.**, s. 347.

¹⁷⁶ Corradi, **a.g.m.**, s. 50.

mümkün olduğunda fikirlerini geliştirdi.¹⁷⁷ Özellikle, metodolojisini değiştirerek İbnü'l-Heysem'in gökkuşağı üzerine çalışmasını aştı.

Kemâleddin el-Fârisî editörlüğünde İbnü'l-Heysem'in iki eserindeki makalesini özetledi:

*“Ya yayın kutbu (o bir noktadır ve şekil 61'dir) görünür ufukta veya üstünde ya da altındadır ve yayın merkezi (şekilde bir (şekildeki M) noktasıdır). Ya da görme ile aritmetik/hesap arasında (yani gözler ve direk arasında)dır. (Şekilde gösterildiği gibi). Veya görüşte veya görüşün ötesinde. Bunlar dokuz kısımdır. Kutup ufukta ise, yay yarımıdır (yani yarım dairedir). Kutup yukarıda ise ve merkez (yani yayın merkezi) ileride ise, yarımından daha büyüktür. Ya da görüşte yarısındadır veya görüş ötesinde/arkasında daha küçüktür. Kutup/direk aşağıda ise ve merkez onun önünde ise, o zaman yarımından daha küçüktür. Ya da görüşte yarısındadır veya görüş ötesinde/arkasında daha büyüktür”.*¹⁷⁸

Bunun gibi dairesel yansıma ancak bir kürenin yüzeyinden gelebilir. Ancak aynı anda başka bir küresel yüzey oluşabilir ve gerekli dairesel yansıma şeritleri mevcut olur ve tekrar ikinci bir yay oluşur. İbnü'l-Heysem, ifade ettiği şu görüşlerinde aslında buna atıfta bulunuyor:

*“Ayrıca ışının sadece bir çemberden yansıtılması gerekir, başka bir yüzeyde olduğu gibi, bundan kaçınılmaz”.*¹⁷⁹

Bu, İbnü'l-Heysem'in gökkuşağı teorisidir. Bize göre bu, olguyu bilimsel bir temelde açıklama çabasıdır. İbnü'l-Heysem bu konuda samimiydi, çünkü ona yol açan sonuçların çoğunu ciddiyle araştırdı.¹⁸⁰ Aynı zamanda gerçeğe de sadıktı çünkü yukarıda bahsedilen dokuz olasılık gibi bir ifade, gözlemlenen gerçeklik bunların birçoğuyla çelişse de, teorideki zayıflıkları ortaya koyuyor. Ve en güçlü

¹⁷⁷ <https://www.encyclopedia.com/science/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/theodoric-freiberg-and-kamal-al-din-al-farisi-independently-formulate-correct-qualitative> (Erişim: 03.03.2021).

¹⁷⁸ Nazif Beg, **a.g.e.**, s. 428.

¹⁷⁹ Nazif Beg, **a.g.e.**, s. 428.

¹⁸⁰ Nazif Beg, **a.g.e.**, s. 428.

olanın teorisindeki eksikliklerin ve zayıflıkların ortaya çıkması, bu eksikliğı tamamlamak ve bu zayıflığı gidermek için çalışmaya ve araştırmaya devam etme dürtüsünü verir. Bu nedenle onun teorisi uzun sürmedi, ondan sonra Kutbeddin Şirazi ve onun öğrencisi Kemâleddin el-Fârisî, modern teorisinin temelini attılar. Kemâleddin el-Fârisî “*Tenkîhu'l-Menâzir*”¹⁸¹ isimli kitabının zeylinde İbnü'l-Heysem'in teorisini eleştirerek modern teoriye giden yolu açmıştır. Onun eleştirisi, algılanan yay teorisinin aksine, burada belirtilmesi gerekli olmayan yönleri içeriyordu.¹⁸² İbnü'l-Heysem'in teorisinin misyonunu yerine getirdiğini ve bilimin şu anda ulaştığı hedefe doğru gidişinin başlamasının nedenlerinden biri olduğunu söylememiz abartı olmaz.

İbnü'l-Heysem “Kitab el-Manazir”da doğrudan gözlemler, hipotezler ve doğrulama arasındaki mantıksal bağlantıların kapsamlı bir bilimsel metodolojisini dile getirdi. Bu, fiziksel olayların geometrik analizinin yapay olarak yaratılmış cihazların manipülasyonunu içeren somut deneylere dönüştürülmesine izin verdi. İbnü'l-Heysem, önceki tüm saha araştırmalarını geride bırakan optik araştırmalarında bu metodolojiyi tam anlamıyla kullandı. Suyla dolu küresel bir küre kullanarak kırılma konusunda kapsamlı deneyler yaptı. Fakat kendisi ne yazık ki cam küre ile yağmur damlası arasındaki analogiyi göremedi.¹⁸³

İbnü'l-Heysem'in metodolojisi, deneylerin doğrudan ilgili nesnelere veya fenomenler üzerinde yapılmasını gerektiriyordu. Gökkuşağı için bu imkansızdı. Bununla birlikte, el-Fârisî, doğru koşullar altında, uygun bir benzerlik kurmanın, onu doğrudan gözleme tabi tutmanın ve sonuçları ilgili fenomene bu durumda gökkuşağına uygulamanın mümkün olabileceğini düşünüyordu. Bu, el-Fârisî ve

¹⁸¹ Kemâleddin el-Fârisî'nin bu açıklamalarına yer verdiği ve aslında İbnü'l-Heysem'in *Kitâbü'l-Menâzir*'min yeni bir yorumu olan *Tenkîhu'l-Menâzir li-Dav'i'l-Başar ve'l-Beşâ'ir* adlı eseri İslam bilim tarihinin en parlak ve en orijinal ürünlerinden biridir (çev).

¹⁸² Nazif Beg, **a.g.e.**, s. 429.

¹⁸³ <https://www.encyclopedia.com/science/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/theodoric-freiberg-and-kamal-al-din-al-farisi-independently-formulate-correct-qualitative> (Erişim: 03.03.2021).

Theoderic'in büyük başarısıdır, dolayısıyla deneylerin verimliliğini, ilgilenilen nesnelerin doğrudan manipülasyonunun ötesine genişletirler.¹⁸⁴

Gökkuşağının bu Müslüman ve Hristiyan açıklamaları arasındaki tek bağlantının çağdaş araçlardan çok geçmiş çağlara ait olduğuna dair her türlü gösterge vardı. Şaşırtıcı eşzamanlı keşif durumunun temeli, onlara sunulan ortak entelektüel mirasta yatmaktadır. Fakat, on üçüncü yüzyıl Latin dünyasında geçiş figürleri olduğu gibi, Arap dünyasında da İbnü'l-Heysen ve Kutbeddin Şirazî arasında alimler vardı. On ikinci yüzyılda Müslüman ve Hristiyan dünyaları arasındaki öğrenme akışı neredeyse tamamen tek yöneydi. Arap dünyasından Batı Avrupa'ya.

1.9. EL-KARÂFÎ'NİN GÖKKUŞAĞI TEORİSİ

El-Karâfi, Mısır'daki Maliki mezhebin bir fakihiydi. 684 yılında (9 Mart 1285'ten sonra) öldü. Doğum tarihi ile ilgili herhangi bir kaynak bulunmadı. Tam adı Ebü'l-Abbâs Şihâbüddîn Ahmed b. İdrîs b. Abdirrahmân el-Mısırî el-Karâfi¹⁸⁵ dir. El-Karâfi için optikte İbnü'l-Heysen'in bir takipçisi olduğu söylenemez çünkü onun yaklaşımı genellikle felsefidir. Fakat Aristoteles ve İbn-i Sînâ'dan daha çok etkilenir.¹⁸⁶ Gerçekte, Avrupa'da Witelo tarafından aynı anda verilen çalışma, El-Karâfi'nin çalışmasıyla benzerlik gösterse de El-Karafi çalışmasını temel alacağı bir Grosseteste (öncülü) yoktu. El-Karâfi'nin baş kaynakları Aristoteles ve İbn-i Sînâ idi ve hesabı büyük ölçüde onlara borçludur. Gökkuşağı, güneşin havadaki buharlarda yansmasıyla oluşur; ancak yansıtan aynalar, nesnenin şeklini yeniden oluşturmak için çok küçüktür¹⁸⁷, düşüncesini savunur. El-Karâfi başlangıçta gökkuşağının görünümü için gerekli koşullarla ilgilenir ve güneş'in, gözlemcinin ve yayın göreceli konumunu verir. Gökkuşağının güneşin havada bulunan “buhara” yansımısından

¹⁸⁴ <https://www.encyclopedia.com/science/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/theoderic-freiberg-and-kamal-al-din-al-farisi-independently-formulate-correct-qualitative> (Erişim: 03.03.2021).

¹⁸⁵ Aydın Sayılı, “Al Qarafi and his Explanation of the Rainbow”, *Isis*, C. 32, No. 1, 1940, s. 16.

¹⁸⁶ Sayılı, *a.g.m.*, s. 18.

¹⁸⁷ Boyer, *The Rainbow, from Myth to Mathematics*, s. 126.

kaynaklandığını, ancak görüntüyü oluşturan (yükselten) aynaların çok küçük olduğu için görüntünün nesnenin şekline sahip olmadığını¹⁸⁸ söylüyor.

El-Karâfi, yansıma yasasını verir ve ışık kaynağından gelenlerin yanı sıra gözden çıkan ışıklardan da bahseder. Her iki tür ışın da yansıma yasasına tabidir. “El-İstibşâr Fîmâ Tüdrikühü'l-Ebşâr” adlı kitabında soru şu şekilde sorulur: “Gökkuşağının renklerinin ve dairesel şeklinin nedenleri nelerdir; gökkuşağı neden bazen küçük bazen de büyük görünür?”¹⁸⁹ El-Karâfi tarafından verilen renk teorisi daha az ağırlıklı olarak Aristoteles ve İbn-i Sînâ'ya dayanır. Gökkuşağındaki dört rengi tanıdı, ancak bunlardan biri (sarı) gerçekten kırmızı ve siyahın karışımından veya kontrastından kaynaklanıyor¹⁹⁰ dedi. El-Karâfi, "Kırmızı ve siyah karıştırıldığında sarı oluşması kuraldır" diyor. Bu, Aristoteles'in koyu bir arka plan üzerindeki kırmızının aksine sarı görüldüğünü söyleyen ifadesine benzer.¹⁹¹ Mevcut literatüre dayanarak, El-Karâfi'nin gökkuşağı'nın renklerini açıklamasında özgünlük atfedilmelidir. Aristoteles'inkine benzerliği küçüktür, fakat bu açıklamaya sadece İbn-i Sînâ'ya dayanarak geldi.

El-Karâfi gökkuşağının şeklini şu sözlerle açıklıyor:

*Gökkuşağının dairesel şekline gelince (bu, güneş diskinin yuvarlak olmasından kaynaklanmaktadır) sanki pusulanın bir kolunu güneş diski üzerine koyup diğer kolumuzla ıslak buharda bir daire çizmişiz gibi; o zaman güneş ufukta olsaydı yarım daire olacak bir yay kazanırız; ancak güneş ufukun üzerinde olsaydı, yay yarım daireden daha küçük görünürdü, çünkü yarım dairenin geri kalanı güneşin ufuk üzerindeki yüksekliği nedeniyle yeraltında olurdu.*¹⁹²

El-Karâfi kitabının başında verilen dördüncü ilkede, küçük aynaların bir nesnenin şeklini doğru bir şekilde yeniden yaratmayacağını söylüyor. Hâlenin şeklini açıklarken bu prensibi kullanır ve buhar parçacıklarının nesnenin şeklini yeniden

¹⁸⁸ Sayılı, **a.g.m.**, s. 19.

¹⁸⁹ Sayılı, **a.g.m.**, s. 19.

¹⁹⁰ Boyer, **a.g.e.**, s. 126.

¹⁹¹ Sayılı, **a.g.m.**, s. 23.

¹⁹² Sayılı, **a.g.m.**, s. 23.

oluşturmak için çok küçük olduğunu söyler.¹⁹³ Bu prensibi gökkuşağı ile bağlantılı olarak da kullanır.

Optik, büyük ölçüde Oklid ve İbnü'l-Heyssem sayesinde “geometrik yaklaşım şeması” olarak tanıtıldığı bir alandı. El-Karâfi'nin zamanında, optikle ilgili çoğu problem “optik” ve "perspektif" başlıkları altında incelenmiştir; atmosferde ortaya çıkan optik fenomenler, Aristoteles örneğini takiben meteoroloji üzerine kitaplarda tartışıldı; astronomi ile bağlantılı olarak birkaç başka optik problem incelenmiştir.¹⁹⁴ Kendisi, yayın matematiksel bir açıklamasını yapmadı. İbnü'l-Heyssem'in “Kitab el-Menazır”da bulunan geometrik özelliklerden çok az yararlanmış gibi görünür. Arap eserlerindeki Neoplatonik ışığın metafiziği, on üçüncü yüzyıl Avrupa'sında sahip olduğu rolü oynamadı ve bu nedenle Müslümanların optik çalışması esas olarak izole edilmiş sorunların ve soruların incelenmesinden oluşuyordu. Ancak daha sonra gökkuşağı, optik teoriye göre genellikle çevresel bir konuma sahipti çünkü daha felsefi ve meteorolojinin bir bölümünü oluşturması daha muhtemeldi. El-Karâfi örneğinde, bir ilahiyatçı olduğu için optik, meteoroloji ve gökkuşağı, özünde odak noktası dışındaydı. Bu nedenle hem Avrupa'da hem de Arap dünyasında, orta çağ zaferinin ödülleri alacak olanlar matematik bilimcilerdi.¹⁹⁵ El-Karâfi anlaşıldığı üzere, İbn-i Sînâ'nın ana otoritesi idi. İbnü'l-Heyssem'in doğrudan takipçisi denmez. Bununla birlikte, İbnü'l-Heyssem ile doğrudan veya dolaylı olarak tanışmış olmalıdır, çünkü belirli konulardaki bilgisi, örneğin ışık yansımaları, İbn-i Sînâ'ninkinden üstün görünmektedir.¹⁹⁶ El-Karâfi bir ilahiyatçıydı ve bu nedenle optik onun için ikincil öneme sahip bir konu olmalıydı. Onun döneminde çok sayıda optik öğrencisi damgasını vurmuştur; Nasîrüddin Tûsî (ö. 1275), Kutbeddin Şirazî (ö.1311), Kemâleddin el-Fârisî (ö.1318)¹⁹⁷ gibi.

¹⁹³ Sayılı, **a.g.m.**, s. 23.

¹⁹⁴ Sayılı, **a.g.m.**, s. 25.

¹⁹⁵ Boyer, **a.g.e.**, s. 126.

¹⁹⁶ Sayılı, **a.g.m.**, s. 25.

¹⁹⁷ Sayılı, **a.g.m.**, s. 25.

1.10. MİRİM ÇELEBİ GÖKKUŞAĞI VE HÂLE ÜZERİNE

Mîrim Çelebi (ö. 931/1525), Kadızâde-i Rûmî ve Ali Kuşçu'dan sonra Osmanlı Devleti döneminde yetişmiş en önemli matematikçi-astronomlardan bir tanesidir.¹⁹⁸ Mîrim Çelebi, gökkuşağı ve hâlenin oluşumunu incelemiştir. En önemli eseri “Risâle fi'l-hâle ve kavsi kuzah” (Gökkuşağı ve Hâle Üzerine). Eserde görme olayları, görme şartları, ışık, ışığın kırılması, yayılması, gökkuşağı, renkler, hâle oluşumu ve bunların optik özellikleri¹⁹⁹ ele alınmıştır.

Kavs-i Kuzah ve el-Hâle risalesi, başlangıçta yalnızca hâlenin oluşumu ve gökkuşağı oluşuma yönelik bir izlenim yaratmakta ise de incelendiğinde risalenin genel çerçevede bir optik kitabı niteliğine sahip olduğu görülmektedir. Risalenin en son bölümü gökkuşağı, renkler ve hâle konusunun incelendiği üç temel bölüm halinde düzenlenmiştir.²⁰⁰ Mîrim Çelebi, giriş bölümünde bu çalışmayı niçin yaptığını, buna niçin gereksinim duyduğunu izah etmektedir. Buna göre hâle ve gökkuşağı ile ilgili olarak kaleme alınmış uzunlu kısısalı pek çok eser okumuş, gökyüzündeki bu iki şaşırtıcı olgu dikkatini çekmiş, özellikle İbn-i Sînâ ve İbnü'l-Heysem'in eserlerini okumuş ve önemli oranda bilgi birikimi elde ederek birçok akranı tarafından yazılamayanı yazacak duruma gelmiştir. Akranlarının işitmediği pek çok şeyi işittiği için de bu çalışmayı yapmak istediğini ifade etmektedir.²⁰¹

Ardından gökkuşağı konusunu ele alan Mîrim Çelebi, konuyu üç Meram halinde izah etmeye çalışmıştır. Birinci Meram'da renkli yayların (tekazih) meydana gelme nedenlerini inceleyerek bu yayların veya renk şeritlerinin birbirine yakın farklı renklerden meydana geldiğini, bunların da kırılma ve yansıma sonucunda göze ulaşma kuvvetlerinin güçlü olması sebebiyle meydana geldiğini ifade etmiştir. İkinci Meram'da Mîrim Çelebi yine İbn-i Sînâ ve İbnü'l-Heysem'den edindiği fikirlerle

¹⁹⁸ İhsan Fazlıoğlu, “Mîrim Çelebi”, **Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi (DİA)**, (İstanbul, Türkiye Diyanet Vakfı, 2005), XXX s. 160-161.

¹⁹⁹ Fazlıoğlu, “Mîrim Çelebi”, s. 160-161.

²⁰⁰ H. G. Topdemir, “Mîrim Çelebi'nin Gökkuşağı ve Hale'nin Oluşumu Adlı Optik Kitabı Üzerine Bir Değerlendirme”, **OTAM**, Sayı: 13, (2002), s. 78.

²⁰¹ Topdemir, **a.g.m.**, s. 81.

düşüncelerini geliştirmeyi denemiş, gökkuşağının nemli ve yoğun bulutta güneş ışınlarının yansıması ile oluştuğunu ifade ederek bir de çizime yer vermiştir. Mîrim Çelebi Üçüncü Meram'da hâle konusunu ele almış ve “Şeyh dedi ki” ifadeleri ile başladığı bu bölümde hâlenin Ay veya başak bir yıldız çevresinde ortaya çıkan tam veya eksik beyaz halkaya verilen isim olduğunu iddia etmiştir. Ona göre bu halka son derece ince olup şayet Ay'ın çevresinde bir bulut olmazsa görülemeyeceğini ²⁰² savunmuştur.

²⁰² Topdemir, **a.g.m.**, s. 88.

İKİNCİ BÖLÜM

2. GÖKKUŞAĞI VE HÂLE’NİN BATIYA GEÇİŞİ ve AVRUPA’DAKİ ÇALIŞMALAR

Avrupa’da gökkuşağını ele alan birçok bilim adamları bilinmektedir. Gökkuşağı hakkında en önemli katkılarda bulunanlar arasında Aristoteles, Albertus Magnus, Witlo, Freibergli Theodoric gibi bilim adamları bilinir. Fakat daha derinlemesine baktığımız zaman gökkuşağı hakkında çalışmamızda Robert Grosseteste, Roger Bacon, Freibergli Theodoric, William Gilbert, Kepler, Descartes, Newton gibi bilim adamlarının teoriler geliştirdiklerini; optik, fizik, geometri bilimlerinin metodolojisini temel almak üzere gökkuşağını açıklamak için farklı bilimsel yöntemleri kullandıkları bir gerçektir.

2.1. ROBERT GROSSETESTE GÖKKUŞAĞI ÜZERİNE

Robert Grosseteste (1168-1253) Batı Avrupa’da bu önemli adımı atan ilk kişiydi. Grosseteste, Theodoric’in gökkuşağı geometrisinin doğru tanımını tahmin etmekten çok uzaktı, ancak en azından gökkuşağının kırılan ışıktan kaynaklandığı konusunda ısrar etti. Grosseteste'nin aksine, bir nesil sonra yaşayan ve Grosseteste tarafından başlatılan Oxford bilimsel araştırmalar geleneğine ait olan Roger Bacon (1214 / 1220-1292) çalışmaları ortaya çıkıyor.²⁰³ Görünüşe göre Grosseteste, 1217 ile 1235 arasındaki dönemde gökkuşağının incelenmesini üstlenmişti. Robert Grosseteste'nin gökkuşağı üzerine küçük kitabı “De Iride Seu de Iride et Speculo” gökkuşağı üzerine spekülasyonun "neyi" gösteren fiziğe ait olduğu ve "neyin (kimin yüzünden)" olduğunu gösteren²⁰⁴ perspektif iddiasıyla açılıyor.

Gökkuşağı açıklamasına kırılmanın dahil edilmesi genellikle Witelo'nun çalışmasına adanmıştır, ancak bir nesil önce olan Robert Grosseteste, “De Iride”de ışığın kırılmasından bahsetmişti. Çünkü gökkuşağının kırılma olarak

²⁰³ Lindberg, “Roger Bacon’s Theory of the Rainbow: Progress or Regress?”, s. 235.

²⁰⁴ Boyer, **The Rainbow, from Myth to Mathematics**, s. 89.

tanımlanmasının, orta çağ'dan değil, antik çağlardan kalma olduğu ortaya çıktı.²⁰⁵ Bununla birlikte, on üçüncü yüzyılda, Peripatetik hegemonyası, özellikle Grosseteste ve Witelo olmak üzere bir dizi bilim insanı tarafından etkili bir şekilde sorgulanmıştır. Bu iki yenilikçiden ilki, gökkuşağının yansımadan çok kırılma ile oluştuğunu, gördükleri karanlık bulutta görünmeden önce güneş ışığının çeşitli yoğunluklardaki nemli ortamlardan iletildiğini iddia etti. Witelo, yağmur damlalarının hem kırıcı hem de yansıtıcı ortamları oluşturduğunu savunarak Grosseteste'nin çalışmasını geliştirdi.²⁰⁶ Robert Grosseteste, gökkuşağının yansıyan ışıktan oluştuğu fikrini reddetti. Gökkuşağının, ışık ışınlarının bir bulutun içinden kırılmasıyla oluştuğunu iddia etti. Bulut, ışınları görüntü olarak gördükleri başka bir buluta odaklamak için bir mercek görevi gördü. Yayın renklerini, bir dışbükey nem konisinin birbirini izleyen daha yoğun katmanları aracılığıyla kırılmalara bağladı. Yanlış olmasına rağmen, kırılma teorisinin Grosseteste tarafından gökkuşağı teorisine dahil edilmesi büyük bir dönüm noktasıydı.²⁰⁷

Kırılmanın gökkuşağını açıklamada ilk kullanımı Grosseteste'nin ölümünden on altı yıl sonra Witelo'nun yazısına atfedilmesi geleneksel hale gelmişti. Yeni ve ilginç teorisini sunarken, Grosseteste'nin gökkuşağı teorisinin kaba ve fantastik (hayali) olduğu kabul edilmelidir, ancak bunun ilk girişim olduğu da unutulmamalıdır. Gökkuşağı üzerine yazdığı tez, şüphesiz on üçüncü ve on dördüncü yüzyıllarda geniş çapta okundu ve el yazmasının altı nüshası hala Madrid, Oxford, Floransa, Groningen, Prag ve Vatikan kütüphanelerinde bulunuyor.²⁰⁸ On üçüncü yüzyılın başında gökkuşağı teorisi Seneca ve Aristoteles dönemindedaha fazla ilerledi. Bununla birlikte hem Latin hem de Arap medeniyetinde durum önümüzdeki yüz yıl içinde kökten değişmek zorunda kaldı; bu harekette Grosseteste (1175-1253) anahtar bir konumdadır. Robert'ın birçok eseri arasında, muhtemelen 1225'ten önce

²⁰⁵ Boyer, "Refraction and the Rainbow in Antiquity", s. 383.

²⁰⁶ Boyer, "The Theory of the Rainbow: Medieval Triumph and Failure", s. 381.

²⁰⁷ <https://www.encyclopedia.com/science/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/theodoric-freiberg-and-kamal-al-din-al-farisi-independently-formulate-correct-qualitative> (Erişim: 03.03.2021).

²⁰⁸ Boyer, "Robert Grosseteste on the Rainbow", **The University of Chicago Press**, C. 11, 1954, s. 251.

yazılmış "De Íride Seu De Íride Et Speculo" başlıklı bir eser vardı. Bu, gökkuşağının hem "ne" yi gösteren fiziğe ait olduğu, hem de "ne yüzünden (kimden)" olduğunu gösteren iddiasıyla başlar. Aistoteles, durumun yalnızca fiziksel özünü (temellerini) vermiş olsa da Robert Grosseteste, gerekçeli gerçeği kendisinin sağlayacağından övünür. Geleneksel olarak ilerleyerek perspektifin üç ortak bölümünü tanımlar: doğrudan görüş (optik), yansıma (katoptriler) ve kırılma (diyoptri).²⁰⁹

İbnü'l-Heyssem'in daha önce orantılılık yasasının yanlış olduğunu göstermişti. Robert Grosseteste, muhtemelen böyle bir yasayı sunan ilk Latin bilim insanı olduğu için hatırı sayılır bir övgüyü hak ediyordu. Robert, Yunanca ve İbranice okuyabildiği için, Batlamyus'un benzer fikirlerin ortaya çıktığı kırılma üzerine çalışmasını okumuş olması elbette oldukça olasıdır. Arapça okumadığı için İbnü'l-Heyssem'in kırılma konusundaki sonuçlarını bildiği şüphelidir; ancak İbnü'l-Heyssem'in "Kitab el-Menazır" kitabı Robert'ın ölümünden hemen sonra optik çalışanlar için rehber oldu.²¹⁰ Birçoğu Grosseteste'nin gökkuşağı teorisini sistematik olarak açıklamasını istedi. Bıraktığı açıklamalar, kırılmanın önemli bir dal olduğunu öne sürmesi açısından büyük önem taşıyordu, ancak matematiksel bir açıklamayı veya geometrik bir örneği tanımlamak için yetersizdi veya söylenecek çok az şey vardı.

2.2. ROGER BACON'A GÖRE GÖKKUŞAĞI

Konuyla alakalı diğer bir bilim adamı Roger Baconda (1220-1292) gökkuşağının özellikleri hakkında dikkat çekmiştir. Bu konuda kendisinin de İbn-i Sînâ tarafından etkilendiği muhtemeldir. Roger Bacon, aynı gökkuşağının iki ayrı gözlemci tarafından müşahade edilemeyeceğini belirtmiştir. Bu durumu anlamayan insanların zorluk çektiklerini, hatta aynı anda gözlemci sayısına denk gökkuşağı bulunduğunu²¹¹ savunmuştur.

Roger Bacon'un bu şekildeki yaklaşımı, kendisinin İbn-i Sînâ'dan ilham alması fakat bunu uygun bir şekilde dile getirememesi gariptir. Bunun örneği bir ağacın havuzdaki yansıması veya bir nesnenin aynadaki görüntüsünün ayrı ışınlar

²⁰⁹ Boyer, **a.g.m.**, s. 249.

²¹⁰ Boyer, **a.g.e.**, s. 89.

²¹¹ Sayılı, "İbn Sina'da Işık, Görme ve Gökkuşağı", s. 301.

vasıtasıyla görülebilir olduğu hakikatini överek görkemli bir dille anlatmasına benziyor. İbn-i Sînâ'nın ise gökkuşağını yalın olmak üzere “*hayalet tipi*” ya da “*boşta duran*” şeklinde sınıflandırıp nitelendirmesi²¹² çok daha nizamlı ve münasıptir.

Gökkuşağının renkleri nasıl açıklanabilir? Bacon, Aristoteles'in yaptığı gibi, renklerin yoğun ortamlardan geçerken görsel ışınların zayıflaması görme kusurunun sonucu olduğunu belirtti. Yoğun bir bulutta mavi renk belirir; bulutun yoğunluğu azaldığında ise nüans yeşil, kırmızı, gri, pembe ve beyaz dizilerinden geçer. Bu açıklama, gözleri kısmen kapalı veya nemle dolu bir gözlemci veya dikkatsizce etrafına bakan bir gözlemci için benzer renklerin ortaya çıkmasıyla kanıtlanmaktadır; ancak bu renkler "özellikle gözleri zayıf ve uzağı göremeyenlerde ortaya çıkar."²¹³ Bu nedenle görünüm (apparitio) zorunlu olarak görme bozukluğundan kaynaklanır.

Bacon, gökkuşağının temel geometrisi için büyük ölçüde atalarına, özellikle Aristoteles'e güveniyordu. Bacon, gökkuşağının her zaman doğrudan güneşin önünde olduğunu, bu nedenle gökkuşağının merkezini güneşin merkezine bağlayan bir çizginin gözlemcinin gözünden geçtiğini ileri sürdü. O zaman iki koni hayal edilebilir. Gökkuşağı konisinin (pyramis iridis) tepesi güneşte ve tabanı gökkuşağındadır.²¹⁴ Bacon'un gökkuşağının geometrisine yaptığı tek ek (katkısı), yayın (tam olarak) maksimum yüksekliğinin 42 ° olduğunu iddia etmekte. Bacon, türlerin çoğalmasa doktrinini onayladı. “Opus Majus”ta şöyle yazdı:

Her etkin neden, bitişik maddede yarattığı kendi gücüyle hareket eder, tıpkı güneş ışığının havadaki gücünü ürettiği gibi (bu güç, güneş'in ışığı [lüksü] tarafından tüm dünyaya saçılan ışıktır [lümen]). Bu güce benzerlik, imaj, türler ve diğer birçok isim denir ve töz tarafından olduğu kadar tesadüfen, ruhsal ve bedensel olarak da üretilir... Bu tür dünyadaki her eylemi üretir, çünkü bir şeyler üretmek için dünyadaki duyu, akıl ve tüm maddelere göre hareket eder ...²¹⁵

²¹² Sayılı, **a.g.e.**, s. 301-302.

²¹³ Lindberg, “Roger Bacon’s Theory of the Rainbow: Progress or Regress?”, s. 243.

²¹⁴ Lindberg, **a.g.m.**, s. 237.

²¹⁵ Lindberg, **a.g.m.**, s. 237.

Bacon, Grosseteste'nin yazılarına erişimi olmasına rağmen Grosseteste'nin gökkuşağını kırılma temelinde açıklama önerisini reddetti ve bazı yönlerden benzer olan yansıma teorisini destekledi ki bu bazı yerlerde Aristoteles teorisine benzerlik gösteriyordu.²¹⁶ Grosseteste'nin çoklu kırılma teorisinin Roger Bacon (1214-1292) tarafından bilindiği kesindir ve onu sadece çürütmek için atıfta bulunur. Bacon'un gökkuşağı üzerine çalışması hakkında olağanüstü iddialarda bulunuldu ve bir yazar Bacon'un "tam olarak ışık ışınının yolunu temsil ettiğini" iddia edecek kadar ileri gidiyor dedi.²¹⁷ "Opus Majus" eserinde hâleyi açıklamak için Bacon, güneş ışığının makroskopik olarak düşünülen küresel bir sis tarafından yansıtıldığını varsaydı. Bu, Grosseteste'nin gökkuşağı açıklamasıyla pek çok ortak noktası olan bir fikirdi. Ancak, daha sonra "Opus Tertium"da hâleyi ele aldığında Bacon, kırılmanın bireysel noktalarda meydana geldiğini varsaydı. "*Kırılma yasalarına göre,*" diye yazmıştı, "*ışınlar, farklı bir şeffaflıkla ikinci bir vücuda girdiklerinde kırılırlar.*" Kırılmayı açıklayıcı bir ilke olarak kullanabileceğinin farkına varan Bacon,²¹⁸ sadece bunu yapmakla kalmadı, bireysel noktalarda kırılmayı dikkate almak için Grosseteste'nin ötesine geçti.

Grosseteste's'in kırılma kavramını tanıtmaya kadar önemli olan, Bacon'un, noktanın yansıtma (gökkuşağında olduğu gibi) veya kırılmaya (hâlenin "Opus Tertium" versiyonunda olduğu gibi) hizmet edip etmediğine bakılmaksızın bireysel noktaya olan ilgisiydi. Işığın yalnızca yansıma veya kırılma ile saptırılacağı şeklindeki iyi bilinen aksiyomun bir parçası olan kırılma, uzun süredir gökkuşağını açıklamaya çalıştı. Gerekli olan, gökkuşağının açıklamasındaki kırılmanın nasıl uygulanabileceğinin bilgisiydi ve bu, sonunda bireysel noktalara gözlem yoluyla gelecekti. Bacon, gökkuşağının oluşumundaki farklı noktaları vurgulamakta orijinal değildi, çünkü bu yaklaşım Aristoteles ve Seneca'ya kadar uzanıyor ve on üçüncü yüzyılda Albertus Magnus tarafından tekrar öneriliyordu. Bununla birlikte Bacon, belirli bir nokta kümesinin her bir gözlemci için belirli bir gökkuşağı oluşturmaya hizmet ettiğini göstererek, bireysel noktanın ele alınışını yeni karmaşıklık

²¹⁶ Lindberg, **a.g.m.**, s. 235-236.

²¹⁷ Boyer, "Robert Grosseteste on the Rainbow", s. 252-253.

²¹⁸ Lindberg, "Roger Bacon's Theory of the Rainbow: Progress or Regress?", s. 246.

düzeylerine yükseltti. Modern gökkuşağı teorisinin gerektirdiği bilgilerden, bu en temel ve en önemli olanlardan biriydi ve onun en yetenekli savunucularından biri Roger Bacon'du.²¹⁹ Bacon'un gökkuşağı hakkındaki öyküsü, modern okuyucuyu kelimenin popüler anlamıyla tamamen "orta çağ" olarak algılanır. Yeni bulduğu yayın maddi nedeni; etkili neden güneş ışığıydı ve nihai neden ıslak buharların dağılmasıydı.²²⁰

Ancak çalışma gökkuşağına adanmış sayfalar da mevcuttu. Bu yazarın belirli bir düşünce bağımsızlığını gösterir.²²¹ Witelo'nun bahsettiği gözlemciler arasında Roger Bacon gibi bilim adamı da var. 1269 "Opus Majus"ta Roger Bacon deneyciye "gerekli aleti almasını ve aletin açıklıklarından bakmasını" tavsiye eder. Bununla güneş ne kadar yüksekse, gökkuşağının o kadar alçakta olduğunu tespit eder.²²² Bacon, sık sık tekrarlanan 42° değerinin yayın görünen yarıçapı olduğunu söylemiyor, ancak bu, yayınının tüm bölümlerinin güneş ışığı ve göz açısından aynı konumda olması gerektiğini ima ediyor. Bu muhtemelen gökkuşağının mevcut en eski ölçümüdür. Descartes ve Newton günlerine kadar birincil yay için daha doğru bir değer verilmemiştir. Bacon'un gökkuşağı teorisindeki yansımalarının kullanımı konusunda şüpheye yer varsa, çağdaşı Polonyalı fizikçi ve filozof Witelo (yaklaşık 1230 doğumlu) söz konusu olduğunda hiç şüphe yoktur. Paris, Padua ve Viterbo'da eğitim gördü ve bu nedenle Bacon'un olmasa da Grosseteste'nin çalışmalarına aşina olabilirdi.²²³

Bacon ve Witelo yayı ölçtüler, ancak Öklid geometrisinin verdiği doğrulukta çalışmadılar. Böylece, yüzyılın her bilim adamı bir süre sonra Theodoric ve aynı zamanda Pers'li matematikçi Kutbeddin Şirazi tarafından keşfedilen çözümün anahtarını kaybetti. Bulutların bir bütün olarak sentetik görünümü, en küçük bileşendeki ışığın davranışının bir analizine yol açmalıydı, ancak böyle bir analiz,

²¹⁹ Lindberg, **a.g.m.**, s. 248.

²²⁰ Boyer, "Robert Grosseteste on the Rainbow", s. 254.

²²¹ Boyer, **a.g.m.**, s.255.

²²² Carl B. Boyer, "Descartes and the Radius of the Rainbow", **Isis**, C. 43, No. 2, 1952, s. 96.

²²³ Boyer, **a.g.m.**, s. 254.

sanki genel olarak on üçüncü yüzyıldır.²²⁴ Roger Bacon'un gökkuşağı sorununu çözmekte tamamen başarısız olduğu kabul edilmelidir. Görüşleri, teoloji ve numerolojinin bir karışımı ile genellikle Seneca'ya aittir. Bununla birlikte, optik alanındaki diğer çalışmalarıyla gökkuşağının tarihine dolaylı olarak katkıda bulundu. Örneğin, o ve İbnü'l-Heyssem ışık hızının sonsuz olduğuna inanarak Aristoteles'i takip etmeyi reddeden birkaç kişiden biriydi.

2.3. FREİBERGLİ THEODORİC'E GÖRE GÖKKUŞAĞI

Eilhard Wiedemann'ın çıkan son yayınlarını ele alınca İbnü'l-Heyssem'in gökkuşağı teorisi hakkında ortaya konulan eserlerin hepsi, batılı alimlerin arasında gökkuşağının oluşumu en detaylı bir şekilde inceleyen 1300 yıllarında yaşayan Theodoricus Teutonicus de Friberg yani Freibergli Theodoricadlı bilim adamı tarafından yazılan "Gökkuşağı ve Işıkların Oluşturduğu İzlenimler Hakkında" adlı eseriyle karşılaşıyoruz.²²⁵ İbn-i Sînâ'nın eseri "Kitabü'ş-Şifa"da Theodoric'in eserleriyle bazı benzerliklerin olduğunu, bu durumda Theodoric Arap ve özellikle Yunan (Aristoteles) kaynaklardan bilgi edinmiştir. Birçok noktada önceki alimlerin yaptıklarına değinmesiyle her şeyden önce gökkuşağının çift kırılma ve su damlacıklarında tek bir yansımayla oluştuğunu esas olduğunu kabul etmiştir.²²⁶ Theodoric, kırılma yasası hakkındaki bilgisini "De İride"de on beş kez "Auctor Perspectivae" olarak bahsettiği İbnü'l-Heyssem'den almıştır.²²⁷ 14. yüzyılın başlarında, Freibergli Theodoric, gökkuşağı fenomeninin havada asılı duran su damlacıklarından yansıyan güneş ışığının bir sonucu olduğunu²²⁸ öne sürdü.

²²⁴ Boyer **a.g.m.**, s. 258.

²²⁵ Würshmidt "Die Theorie Des Regenbogens und der Halo bei Ibn al Haitam und bei Deitrich von Frieberg", s. 484.

²²⁶ Würshmidt **a.g.m.**, s.484.

²²⁷ Theodoric of Freiberg, "On the Rainbow", translated and annotated by William A. Wallace, Edward Grant" A Source Book in Medieval Science" **Harvard University Press, Massachusetts**, 1974, s. 437.

²²⁸ Corradi, **a.g.m.**, s. 52.

Theodoric'in eseri "De İride" dört bölümden oluşur: ilk olarak optik teorisinin genel bir incelenmesi, sonra birincil gökkuşağı teorisi, ikincil yayın açıklanması ve son olarak, diğer ışın kaynaklı izlenim türlerinin bir değerlendirmesini²²⁹ içerir. Yüzlere yıldır ihmal edilen Theoderic'in el yazması, gerçekten de modernliğin düşünceleri ile örtüşen gökkuşağı hakkında görüşler içeriyordu. Sadece iki yıl önce, gökkuşağı'nın en iyi ve en kapsamlı orta çağ eserinin yazarı olan AC Crombie, Theodoric'in açıklamasını Descartes'inkiyle "özdeş" olarak nitelendirdi.²³⁰ Onun açıklaması o kadar sık detaylı olarak tarif edilmiştir ki, burada on dördüncü yüzyıl çalışmaları için özel bir öneme sahip olan birkaç göze çarpan noktaya dikkat çekmek yeterli olacaktır.

1814'te Giambattista Venturi, 1304-1310 civarında yazılan Freibergli Theodoric'in "De İride" adlı kitabının yeniden keşfettiği bir el yazmasının açıklamasını yayınladı. Bulduğu şeyden heyecanlanan Venturi, Theodoric'te "ana gökkuşağının tam açıklamasını" buldu, genellikle bu açıklama De Dominis ve Descartes'e atfedilen gökkuşağının açıklamasıydı.²³¹ Ayrı ayrı yağmur damlalarında ışığın yansması ve kırılması yoluyla gökkuşağına modern yaklaşım, zaman içinde birbirine yakın ancak coğrafi olarak birbirinden çok uzak olan iki adamın eserlerinde bağımsız olarak ortaya çıktı: Domimcan Dietrich veya Freibergli Theodoric ve Kutbeddin Şirazi'dir. Her ikisi de 1311'de veya kısa bir süre sonra ölen bu adamların görüşlerinin yakın benzerliği ve üç yüz yıldan fazla Descartes'in fikirlerine benzerliği daha sonra çarpıcı bir tesadüfle karşımıza çıkıyor. Theodoric veya Kutbeddin Şirazi Descartes'i veya onun öncüllerini etkilediğini gösteren mevcut bir kanıt olmamasına rağmen, yine de Theodoric'in çalışması Almanya'da bir süre yok olmuştu. Regiomontanus bunu yayınlamayı düşündü ve Theodoric'in teorisi on altıncı yüzyılın başlarına kadar Erfurt Üniversitesi'nde öğretildi. Bundan sonra, bu çalışma kayboldu ve yeniden keşfedilmedi ta ki Venturi hayatta kalan iki el yazması nüshasından birini 1814'te yayınlana kadar. On altıncı yüzyılın başındaki Avrupalı bilim adamları, on dördüncü yüzyıl bilimine aşina görünüyordular; ancak hümanizmin yükselişiyle, orta

²²⁹ Boyer, **The Rainbow, from Myth to Mathematics**, s. 112.

²³⁰ Boyer, "The Theory of the Rainbow: Medieval Triumph and Failure", s. 378.

²³¹ Boyer, **a.g.m.**, s. 378.

çağ düşüncesine olan ilgi azaldı ve bu Theodoric'in çalışmalarının ihmalini gösterirdi.²³² Theodoric'in çalışması başlangıçta iyi sonuçlandı. Fikirleri kaybolmamış olsa da gökkuşaklarıyla ilgili on dördüncü ve hatta on beşinci yüzyıl optik teorileri üzerinde neredeyse hiçbir etkisi yoktu. 1514'te Jodocus Trutfetter, Theodoric'in teorisini diyagramlarla dolu bir açıklamasını yayınladı.²³³ Kutbeddin Şirazi'nin fikirleri, Kemâleddin el-Fârîsî öğrencisi tarafından İbnü'l-Heysem'in optiği üzerine yaptığı yorumlarda geliştirildi, ancak yeni teorisinin çok az etkisi var gibi görünüyor ve yeni bir başlangıç yapılması gerekiyordu.²³⁴

Gökkuşağı üzerindeki orta çağ eserinin en yüksek noktasına Freibergli Theodoric tarafından ulaşıldı. Su küresinin (küresel bir nesne) genişlemiş küresel bir yağmur damlası olarak düşünülebileceğine dair parlak ve basit bir fikre sahipti. Böyle bir küre ile yaptığı çalışmalardan yola çıkarak gökkuşağının doğru niteliksel bir açıklamasını yaptı. Güneş ışığı, su küresinde kırılır, kürenin arkasındaki iç içbükey yüzeye geri yansıtılır ve ardından küreden uzakta bir kez daha kırılır. Açıklamalarına neredeyse modern diyagramlar eşlik ediyordu.²³⁵ Bununla birlikte, teorik hesaplamaların gözlemlerin sonuçlarıyla nicel uyumluluğunu göstererek Theodoric teoriye gerçek bilimsel statü vermesini sağlayan kırılma yasasını bilmenin avantajına sahipti.

Freibergli Theodoric "De İride"de su içeren bir kürenin minyatür bir bulut yerine büyütülmüş bir yağmur damlası olarak değerlendirilebileceğini savundu. Elbette, bir cam kürenin yalnızca bir damla yağmura yaklaştığını fark etti. Bu nedenle, deneylerine güvenebiliyorsa, herhangi bir değişikliğin ürettiği etkilerin göz ardı edilebileceğini gerektiriyordu. Sonuç olarak, cam küreden geçen ışık, yağmur damlasında olduğu gibi iki yerine dört kez kırılacaktır. Bununla birlikte, su ve hava ışığı aynı miktarda kırıldığından, sapmalar küçük olacaktır ve bundan dolayı bu

²³² Boyer, "Kepler's Explanation of the Rainbow", s. 360.

²³³ <https://www.encyclopedia.com/science/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/theodoric-freiberg-and-kamal-al-din-al-farisi-independently-formulate-correct-qualitative> (Erişim: 03.03.2021).

²³⁴ Boyer, **a.g.m.**, s. 360.

²³⁵ Hamshere, **a.g.m.**, s. 259.

güvenli bir şekilde göz ardı edilebilir. Benzer şekilde, Theodoric, yağmur damlalarının düşmesi muhtemelken sabit bir küre ile deneyler yapıyordu. Albertus'tan bir öneri olarak bu sorunu ele aldı. Noktaların o kadar hızlı düşeceğini ve o kadar çabuk birbirlerinin yerine geçeceğini, bu yüzden onları sabit bir şeffaf nokta perdesiyle değiştirmenin makul olacağını savundu. Bununla Theodoric artık deneysel sonuçlarının gökkuşağına uygulanabileceğinden emin olabilirdi.²³⁶ Theodoric'in araştırmasının modern bilimsel metodolojiyi en açık şekilde ön plana çıkaran yönü, gökkuşağının renklerinin nasıl yaratıldığını açıklama çabasıydı. Renklerin kökenini açıklamak için iki çift itiraz kullandı belirsiz / net ve sınırlı / sınırsız. Bu ilkeleri kullanarak, bir dizi deneyle test ettiği çeşitli hipotezler formüle etti. Renklere yönelik güdümlü açıklaması nihayetinde başarısız olmasına rağmen, prosedürleri, modern bilimin ayırt edici özelliği haline gelen teori ve deney arasındaki bazı etkileşimleri sergiledi.²³⁷

Birincil gökkuşağı, Freibergli Theodoric tarafından şu şekilde açıklanmaktadır: Güneş ışığı bireysel nem noktalarına düştüğünde, ışınlar iki kırılmaya uğrar kırılma (girişte ve çıkışta) ve yansıma noktanın arkasında olur. Bununla birlikte, gökkuşağı doğru bir şekilde açıklanmadan önce, doğa filozofları vurguyu geleneksel Aristoteles yansıma teorisini reddetmek zorunda kaldılar ve dikkatlerini kırılmaya çevirdiler.²³⁸ İkincil gökkuşağı için Theodoric, sırasıyla güneş ışığının noktaların dibine nasıl çarptığını, kırıldığını ve ardından içbükey yüzeyin iç yüzeyinden nasıl iki kez yansıdığını, ardından tekrar büküldüğünü ve noktaları gözlemcinin gözüne nasıl ulaştırdığını anlattı.²³⁹ Theodoric'in teorisi, yayların birinin büyüklüğü hakkında bir açıklama yapamadığı için dikkat çekici derecede eksiktir, ama içinde ilk kez gökkuşağı'nın iki yayı arasındaki gerçek ilişki ortaya çıkarılır. İlk yay bir

²³⁶ <https://www.encyclopedia.com/science/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/theodoric-freiberg-and-kamal-al-din-al-farisi-independently-formulate-correct-qualitative> (Erişim: 03.03.2021).

²³⁷ <https://www.encyclopedia.com/science/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/theodoric-freiberg-and-kamal-al-din-al-farisi-independently-formulate-correct-qualitative> (Erişim: 03.03.2021).

²³⁸ Lindberg, "Roger Bacon's Theory of the Rainbow: Progress or Regress?", s. 235.

²³⁹ Boyer, "The Theory of the Rainbow: Medieval Triumph and Failure", s. 381.

yansıma içerir, ikincil iki tane içerir. Şimdi tarihsel olarak geriye baktığımızda, üçüncül yay probleminin çözümünün yakın olduğu görülüyor.²⁴⁰ Theodoric, Aristoteles'in otoritesini bir dizi konuda sorgulamakta tereddüt etmedi, ancak bu konuda onunla hemfikirdi.

İbnü'l-Heyssem'in ve Theodoric'in çalışmalarının karşılaştırılması sonucunda bazı ortak noktaların görülmesi şaşırtıcı değildir. Çünkü her iki bilim adamı daha önceki alimlerin aynı Arapça eserlerini veya eski zamanlarda bilinen optik kanunlarını incelemişler. Örneğin, her iki bilim adamı da daha ince ve daha yoğun bir ortamın sınır yüzeyine dik olarak düşen bir ışının kesintisiz olarak devam ettiğini, eğik düşen bir ışının ise olayın normalinde kırıldığını ileri sürmektedir. Aynı şekilde, gözlemcinin gözünün konumuna göre dairesel hâle ile yarım daire şeklindeki gökkuşağı arasındaki farka da dikkat çekilir. Her ikisinde de dünyanın merkezi etrafındaki elementlerin eşmerkezli, küresel dizilişinin antik çağlardan alınmış görüntüsü vardır.²⁴¹

Kuşkusuz bir gökkuşağının oluşumu için her zaman gerekli olan yağmur bulutu, küresel içbükey ayna özelliklerine sahip bir süreklilik olarak anlaşılır. Theodoric'in gökkuşağı teorisinden temel farkı budur, gökkuşağının ortaya çıktığı "madde" nin "küçük su damlacıkları halinde çözülmüş bir bulut", yani "süresiz bir madde" olduğunu ayrıntılı olarak kanıtlar. Theodoric ışın yolunu buna göre ele alır. Küresel su damlacıklarıdır ve yukarıda bahsedildiği gibi, gökkuşağının kökenini tek bir yansımaya ve içindeki ışığın çift kırılmasına kadar izler.²⁴² Yağmur damlalarından geçen ışık ışınları durumunda, iç yansıma tam değildir; Theodoric'in çok iyi bildiği gibi, ışığın bir kısmı arka yüzeyden geçer. Ancak ışık ışınlarının iç yüzeydeki yansımasının bir gözlemcinin gözünde izlenim bırakacak kadar yoğun olduğunu keşfeder,²⁴³ bunu gökkuşağının açıklaması olarak kabul eder.

²⁴⁰ Boyer, "The Tertiary Rainbow: An Historical Account", s. 144.

²⁴¹ Würshmidt "Die Theorie Des Regenbogens und des Halo bei Ibn al Haitam und bei Deitrich von Frieberg", s. 485.

²⁴² Würshmidt a.g.e., s. 485.

²⁴³ Boyer, "The Rainbow, from Myth to Mathematics", s. 114.

Aristoteles ve ondan sonra gelenler, hâleye gökkuşağı kadar yer ayırmışlardır. Ancak Theodoric için gökkuşağı önemli bir fenomendi. Bununla birlikte, hâle hakkında yazan ilk kişilerden biriydi ve bunu, gözlemci ile güneş arasındaki bir ortamda doğru bir şekilde çift kırılmaya bağladı.²⁴⁴ (Bu kırılmaların kesin doğası ancak on sekizinci yüzyılda belirlendi).

Böylece araştırmamızın sonucunu şu şekilde özetleyebiliriz. Freibergli Theodoric gökkuşağı teorisini İbnü'l-Heyssem'den bağımsız olarak kurdu, ancak aynı zamanda daha önceki alimlerin deneyimlerini ve özellikle İbnü'l-Heyssem'in optiklerini kullandı, böylece, aslında sadece aerodinamik kırınımına dayanan modern teori tarafından geçilen tamamen bağımsız, temel bir çalışma yarattı. Öte yandan, İbnü'l-Heyssem'in gökkuşağı teorisinde ve özellikle hâle teorisinde, önümüzde tamamen bağımsız bir başarı var, bu fiziksel olarak yanlış, ancak matematiksel formülü ve orijinal uygulaması nedeniyle büyük ilgi görüyor. Bu noktada, diğer Arap bilim adamlarının başarılarını geride bıraktı ancak Kemâleddin el-Fârisî sonraki yorumuyla önemli ölçüde aşıldı.²⁴⁵ Arap bilim adamları arasında gökkuşağı teorisini en detaylı inceleyen Theodoric ile aynı zamanlarda yaşayan, İbnü'l-Heyssem'in optiğine büyük bir yorum yazan Kemâleddin el-Fârisî'dir. Yapılan karşılaştırma sonucunda anlaşılıyor ki Freibergli Theodoric'in Kemâleddin el-Fârisî'nin eserlerini tam anlamıyla tanımamış, çünkü Theodoric erken Arap alimlerin yaptığı hataları yapmamış ve hatta özellikle Descartes'in sonradan oluşturacağı "ters ışın" teorisinin özünü tespit etmiştir.²⁴⁶ 1304'ten kısa bir süre sonra, Fransa'da son yıllarını geçiren Freibergli Theodoric, gökkuşağı üzerine ilginç yeni görüşlerini yazdı. Theodoric, "De İride Et Radialibus" diğer yazarlara atıfta bulunmadı; ancak Paris'teki eğitiminden, önceki yüzyılın başlıca Latince eserlerinden Aristoteles'in "Meteorologica"sından ve İbnü'l-Heyssem'in "Optik" kitaplarından haberdar olduğu varsayılabilir.²⁴⁷ Dahası, Theodoric'in deneysel yaklaşımı ve geometrik doğruluğu,

²⁴⁴ Boyer, **a.g.e.**, s. 123.

²⁴⁵ Würshmidt, **a.g.e.**, s. 487.

²⁴⁶ Würshmidt, **a.g.e.**, s. 484.

²⁴⁷ Boyer, "The Theory of the Rainbow: Medieval Triumph and Failure", s. 381-382.

Latin dünyasında üç yüzyıl boyunca hiçbir taklitçi bulamadı.²⁴⁸ Müslüman dünyasında Theodoric ile çağdaş olan Kutbeddin Şirazî benzer bir çalışma yaptı ve Kemâleddin el-Fârisî'nin etkisi altında aynı tür teoriyi verdi, ancak sonuçları göz ardı edildi.

2.4. WILLIAM GILBERT GÖKKUŞAĞI ÜZERİNE

Gökkuşağının tatmin edici niteliksel açıklaması 1311'den kısa bir süre önce Şiraz'da Freibergli Theodoric ve Kutbeddin Şirazî tarafından yapıldı, ancak bu çalışma Gilbert doğmadan kısa bir süre önce ortadan kayboldu. Gilbert'in dayandığı Aristoteles teorisinden orta çağ fikirlerine benziyordu. Gilbert, küresel bir mıknatısın minyatür bir dünya görevi görebileceğini düşündü, ancak su küresinin büyütülmüş bir yağmur damlası olduğu fikrinden tamamen kaçındı. Küresel noktaların güneş ışığının kırılmasındaki rolünden habersiz, Gilbert'in "De Mundo"ya verdiği gökkuşağı hakkındaki belirsiz spekülasyonlar, "De Magnete"de savunduğu deneysel felsefeyle tam bir tezat oluşturuyordu.²⁴⁹

Aristoteles'in ayrıntılı geometrik ve fiziksel birincil ve ikincil gökkuşakları teorisi, güneş ışığının ıslak bir bulut üzerindeki bir dizi noktadan yansımaya dayanan düşüncesi Gilbert'in döneminden önce birçok kez sorgulandı. Özellikle İbn-i Sînâ (980-1037), yansımada iki etkili etken olduğunu öne sürerek peripatetik görüşlerini değiştirmiştir: 1). Güneş ile bulut veya karanlık tepe arasında ince bir buhar, 2). Bir bulutun yüzeyi veya tepesi. Bu maddeleri aynalardaki cam ve cıva bileşenleriyle karşılaştırdı ve sonraki yüzyılın başında, tek tek yağmur damlalarına çarpan güneş ışınlarının kırılması ve yansımaları yoluyla gökkuşağı'nın (birincil ve ikincil yaylar dahil) niteliksel olarak doğru bir açıklaması detaylı Freibergli Theodoric tarafından sunuldu.²⁵⁰ Gilbert'in fikirleri, belirsiz, spekülasyon ve uzun süredir tekrarlanan İbn-i Sînâ'nın fikirlerine çok benziyor, ancak bu, bunların

²⁴⁸ Boyer, **a.e.**, s. 146.

²⁴⁹ Carl B. Boyer, "William Gilbert on the Rainbow", **American Journal of Physics**, C. 20, No. 7, 1952, s. 416.

²⁵⁰ Boyer, **a.g.m.**, s. 417.

doğrudan Müslüman kaynaklardan veya dolaylı olarak Albertus Magnus tarafından ifade edilen benzer görüşlerden alındığı anlamına gelmez.²⁵¹

Gilbert, kitabın IV-X bölümünden başlayarak gökkuşağına ilişkin görüşlerini sunuyor. Gökkuşağı'nın ışığı, camın arkasına teneke veya benzeri bir madde yerleştirilmedikçe görüntünün ayna tarafından yansıtılmaması gibi, bir buhar içinde üretilir ve karanlık bir nesne tarafından kontrol edilir veya geri yüklenir. Dolayısıyla, güneşin bir görüntüsü olan gökkuşağı, yakınlarda bulut, kaya, dağ veya bina gibi bir nesne olmadıkça gözlemciye iletilmez.²⁵² Ayrıca Gilbert, ışığın su damlacıklarında kırılmasıyla²⁵³ gökkuşağının oluşumunun açıklamasını verdi.

Gilbert hem Latin hem de Arap olmak üzere orta çağ düşünürlerine sınırlama olmaksızın saldırmaya meyilliydi ve açıklamasına bağımsız olarak ulaşılmış veya on altıncı yüzyıl diğer bilim adamları tarafından önerilmiş olması mümkündür.²⁵⁴ Görüşlerinde yalnız olmadığı, Gilbert'in büyük bir hayranı olan Johann Kepler'in (1571-1630) 1604'te (bir yıl sonra vazgeçmesine rağmen) benzer bir teoriyi desteklemesinde görülüyor.

2.5. JOHANNES KEPLER GÖKKUŞAĞI ÜZERİNE

Johann Kepler (1571-1630), döneminde bilimi başarılı kılan faktörlerin son derece yüksek bir korelasyonunu temsil ediyordu. Bilimsel aletlerin değerine çok değer veriyordu, doğa kanunlarının matematiksel olarak düzenlendiğinden emindi. Kendisi sadece fikirlerle dolup taşıyordu. Dahası, gökkuşağı teorisine olan yeni ilgi döneminin ortasında, konuyla ilgili tüm ciltlerin yayınlandığı bir dönemde yaşadı.²⁵⁵ On altıncı yüzyılın başlarında, Theodoric'in çalışmasının henüz ortadan kalktığı sırada, gökkuşağı teorisine yeni bir ilgi dalgası ortaya çıktı ve bu ilgi en az iki yüz yıl boyunca devam etti. Gökkuşağında 1500 ile 1700 yılları arasında önceki veya sonraki tüm yıllara göre daha fazla cilt ortaya çıktığını söylemek belki de daha

²⁵¹ Boyer, **a.g.m.**, s. 417-418.

²⁵² Boyer, **The Rainbow, from Myth to Mathematics**, s. 172.

²⁵³ Boyer, **a.g.e.**, s. 172.

²⁵⁴ Boyer, "William Gilbert on the Rainbow", s. 418.

²⁵⁵ Boyer, **a.g.e.**, s. 178-179.

doğrudur ve çoğu Kartezyen düşünce öncesi idi, bunların çoğu Almanya'da meydana geldi. Kepler, 1571'den 1630'a kadar bu dönemin ortalarında yaşadı. En çarpıcı optik fenomenlerden birine adanmış bu çalışmaları görmezden gelebilir miydi? Sonuçta Gilbert için elektrik ne ise, Galileo'nun dinamikleri veya Boyle'ın pnömatik ile ilgili olduğu şey, Kepler için de diyoptri konusu öyleydi. Bu nedenle Kepler'in herhangi bir açıklama yapmaya teşebbüs etmemesi inanılmaz görünüyordu,²⁵⁶ ancak optik ve gökkuşağı üzerine yapılan tarihi eserler pratikte onun görüşlerinden bahsetmiyor.

Bununla birlikte, eserleri üzerinde yapılan bir araştırma sonucunda, Kepler'in gerçekten de gökkuşağını açıklamak için kararlı bir çaba gösterdiğini ortaya koyuyor. Kırılma yasasını keşfetmeye yönelik çabaları kadar gayretli çalışması çok bilinmektedir. Araştırmasının şaşırtıcı özelliklerinden biri de bir birey olarak fikirlerinin geliştirilmesinin, genel olarak insanlık tarafından geliştirilen geniş kuram tarihinin keşfedilen aşamalarını yakından takip etmesidir.²⁵⁷ Kepler'in gökkuşağına olan ilgisi, evrenin matematiksel uyumlarına olan inancın mucizevi bir şekilde "Mysterium Cosmographicum" (1596) adlı eserinde görünüyor. Kepler, başarılı bir astronomik kariyeri sırasında bu çalışmayı yayınlamaya başladıktan kısa bir süre sonra, astronomi ve müziğin uyumunu renk fenomenlerini de içerecek şekilde genişletmeye çalıştı. Yüzyılın sonlarına doğru yazılan "Mysterium Cosmographicum" ile ilgili marjinal notlarda, gökkuşağındaki renk aralığı, müzikal oktavdaki tonların sonsuzluğuyla karşılaştırılır. Sarı bir tür ortalama olarak alınır, Güneş etkisi azaldıkça ve bulutlardaki (gökyüzündeki bulutlar) aşındırıcı madde karışımı arttıkça dışarıya kırmızıdan siyaha geçer.²⁵⁸

Kepler, gözden geçirilmiş görüşleri doğrultusunda gökkuşağını geometrik olarak açıklığa kavuşturmak ve Fabricius'un ortaya attığı soruyu cevaplamak için ilk kaba girişimini yaptı. Kaufbeuren'de tıp profesörü Johann Georg Brengger'e yazan Kepler, "Açıktır, gökkuşağının oluşumu için gerekli olan sadece yağmur değil, su

²⁵⁶ Boyer, "Kepler's Explanation of the Rainbow", s. 360-361.

²⁵⁷ Boyer, **a.g.m.**, s. 361.

²⁵⁸ Boyer, **a.g.m.**, s. 361.

damlacıkları toplamak için havanın ruh hali de önemliydi.”²⁵⁹ Bununla birlikte, açıklaması bireysel noktalara değil, bir bütün olarak bulutun küresel şekline dayanmaktaydı.

Kepler, Brengger ile yazışmalarında, bazıları son derece hayali olan bir takım başka önerilerde bulunur. Hâleler genellikle küçük sis noktalarında (sis, yarıklar) görüldüğü sürece, bir yağmur fırtınası sırasında gökkuşakları görünürken, Kepler havadaki kırılmanın, havada oluşan damlacıkların yağmur damlalarının yarısı büyüklüğünün bir sonucu olup olmadığını sorar. Belki de öte yandan, çift gökkuşağı yarıçapı, kırılma ve yansımanın birleşik etkisinden kaynaklanmaktadır, hâle ise yalnızca kırılmadan kaynaklanmaktadır. Gökkuşağına neden olan şeyin su mu yoksa yağmur fırtınası mı yoksa sadece sulu (ıslak) hava mı olduğuna karar veremiyor gibi görünüyor ve yayın her bir gözlemciye özgü olup olmadığını, yoksa söz konusu hava kütesinin tamamının renginden mi kaynaklandığını sorgular. Kepler daha sonra gerçeği kabul ediyor ve Brengger’e güneş ışığının küresel bir su küresi boyunca kırılmasını incelemesini öneriyor.²⁶⁰

Kepler’in mektubu bir başarısızlık kabulüyle sonuçlanıyor, hâlenin ve gökkuşağı’nın kökeni hakkında ne söyleyebiliriz? "Bilmiyorum!"²⁶¹ bu konudaki onun cevabı olmuştur.

Brengger’in 1605 tarihi mektuba yanıt vermesinden neredeyse üç yıl önce olmuştu ve bu aralıkta Kepler gökkuşağına ilişkin son açıklamasını geliştirdi. 11 Ekim 1606’da Kepler, Oxford matematikçi ve bilim adamı Thomas Harriot’a (1560-1621) optik ve mekanik problemler hakkında bir mektup yazdı. Kepler, Harriot’un kimya ve optik alanındaki çalışmalarını (astroloji eleştirilerinin yanı sıra) duymuştu ve bu nedenle de Paralipomena hakkındaki görüşlerini aradı. Harriot ona kırığın renginin nedenini söyler ve deneylerinde kırılma ölçülerini gönderirse, Kepler gökkuşağı’nın açıklamasının çok hızlı olabileceğini düşündü. Ardından, Kepler’in gökkuşağı hakkındaki görüşlerinin uzun bir açıklaması, önceki yılların çelişen görüşler

²⁵⁹ Boyer **a.g.m.**, s. 362.

²⁶⁰ Boyer, **a.g.m.**, s. 363.

²⁶¹ Boyer, **a.g.m.**, s. 363.

izliyor. Gökkuşağı'nın gösterilmesi, bir bütün olarak buluta değil, onun en küçük unsurlarına tam olarak yuvarlak olan küçük yağmur damlalarına bağlıdır. Kepler nihayet atalarının üç yüzyıl önce ulaştığı noktaya ulaşmıştı. Bu görüşe nasıl geldiği tam olarak netleşmedi, ancak küresel bir su küresinde kırığı incelemesi için Brengger'e verdiği tavsiyeyi izlediği anlaşılıyor. Bu daha sonra Descartes'ı başarıya götüren bir adım oldu. Kepler, kürenin merkezine yakın olan ışınlar renkli değilken, kenarından geçenler parlak renkliken gökkuşağını oluşturan güneş ışığının teğet bir çizgi boyunca düşüşe çarpan olduğunu²⁶² varsaydı.

Kepler, 11 Ağustos 1607'de Prag'dan Harriot'un renkler ve gökkuşağı üzerine çalışmalarını görmeyi hevesle beklediğini söyledi. Harriot'un 22 Temmuz 1608'de tekrar yazmasından neredeyse bir yıl önceydi. Yazmak için vakti olmadığı için özür diledi. William Gilbert (1546-1603) tarafından peripatetikçilere karşı yöneltilen bir boşluğun varlığına dair bazı argümanlar bildirdi, ama gökkuşağı hakkında daha fazla bir şey söylemedi. Aralarındaki yazışma burada bozulmuş gibi görünüyor ve artık Harriot'un gökkuşağı teorisi hakkında daha fazla bilgimiz yok. Kepler önceki mektubuna rağmen, yaklaşık dört yıl önce, sebebin tek tek damlacıklarda bulunabileceğinden ve hâlenin aynı zamanda en küçük çiy damlacıklarından da kaynaklandığından emin olduğunu belirtiyor. Sadece kemerin iç kısmının renklendirilmesi için güzel bir neden verebileceğini ekliyor. Burada Harriot'a gönderdiği açıklamaya açıkça atıfta bulunuyor, çünkü renklerin yalnızca kırılmanın maksimum olduğu, yani olay yarıçapı ile görme yarıçapı arasındaki geliş açısının 135° olduğu yerlerde ortaya çıktığını söylüyor. 1610 yılında yayınlanan astrolojiyi savunan bir çalışmada Kepler, gökkuşağının renklerinin yuvarlak yağmur damlalarından geçen güneş ışınlarından kaynaklandığını bir kez daha ileri sürdü, ancak görüşlerini daha fazla açıklamadı.²⁶³ Kuşkusuz Kepler'in, optik üzerine ikinci klasik tezinde, daha fazla ayrıntıya girmesi beklendi. Ancak, burada sadece kırılmanın büyük olduğu yerde gökkuşağının renklerinin ortaya çıktığına dair iyi bilinen ifadeyi bulur.

²⁶² Boyer, **a.g.m.**, s. 363.

²⁶³ Boyer, **a.g.m.**, s. 365.

Kepler'in çabalarının Almanya'daki bilim adamları tarafından bilinmesi imkânsız değildi. Yıllar sonra, 1655'te İmparator I. Leopold'un evinde öğretmen olan GA Kinner von Lowenthurn, Prag'dan Hujgens'e Descartes'ın açıklamasının onu tatmin etmediğini yazdı. Bunun yerine iki Cizvit, Balthasar Conrad (1599-1660) ve Johannes Marcus Marci (1595-1667) tarafından yazılan eserlerin gökkuşağı üzerine yapılan çalışmalara atıfta bulundu.²⁶⁴ Yansıma yasası Aristoteles'ten beri bilinmektedir; ancak optiğin temel taşı olan kırılma yasası, Batlamyus, İbnü'l-Heyssem, Grosseteste, Witelo, Maurolycus ve Porta'nın en iyi çabalarına rağmen keşiften kaçmıştı. Bu yasa, atmosferik kırılmanın astronomik önemi nedeniyle Kepler için özel bir endişe kaynağıydı²⁶⁵ ve bu nedenle onu keşfetmek için çaba gösterdi.

2.6. RENÉ DESCARTES VE GÖKKUŞAĞININ YARIÇAPI

1637'de René Descartes, "Les Meteores"i "Discours de la Me'thode La Dioptrique" ve "La Geometrie" ile tek cilt halinde yayınladı. "Les Meteores"ın sekizinci söylemi gökkuşağı olarak adlandırılır ve bu fenomen hakkında düşünme tarihinde tarihi bir adım oluşturan gökkuşağının çeşitli yönlerinin bir açıklamasını içerir.²⁶⁶ Descartes, şu anda adını taşıyan kırılma yasalarından başlayarak, sorunu titiz bir bilimsel ve matematiksel temelde ele aldı. O yıllarda geliştirilmekte olan kalkülüsün sunduğu en son enstrümanları kullanarak gökkuşağının neden yarım daire şeklinde olduğuna dair ilginç bir kanıt verdi. Amacı, matematiksel araçlar ve deneysel kanıtlar kullanarak fenomenin bilimsel açıklamasını geliştirmektir.²⁶⁷ Descartes, muhtemelen, yayı deneysel olarak inceleyen ilk kişi olduğuna inanıyordu; ama şimdi bu konuda ne kadar yanıldığını anlıyoruz. Kendisi aynı şeyi tekrarlıyordu.

²⁶⁴ Boyer, **a.g.e.**, s. 366.

²⁶⁵ Boyer, **The Rainbow, from Myth to Mathematics**, s.186.

²⁶⁶ Tiemersma, "Methodological and Theoretical Aspects of Descartes Treatise on the Rainbow", s. 347.

²⁶⁷ Corradi, **a.g.m.**, s. 53.

Theodoric ve Kemâleddin el-Fârisî'nin çok daha önce yaptığı gözlemleri ve eskilerin ulaştığı²⁶⁸ sonuçlara vardı.

Descartes, çok sayıda bireysel ışına uygulanan gözlemleri ve hesaplamalar yoluyla etkili ışınımı keşfetmişti, ancak o zamanlar, geometri uzmanları maksimum ve minimum ile ilgili problemleri çözmek için ideal olan yeni ve güçlü bir araç olan diferansiyel hesap geliştiriyorlardı. Descartes bunların farkındaydı, 1637'den sonra matematiğe ya da gökkuşağına pek ilgi duymamış gibi görünüyor.²⁶⁹ Bu nedenle, Descartes'ın hesaplamalarını basitleştirmek Newton dönemine kaldı.

Descartes sadece ışık ışınlarının geometrik bir tanımını vermekle kalmadı, aynı zamanda daha genel bir teoriye dayanan tüm fenomenin bir açıklamasını da sundu. Mantıksal bir yeniden yapılandırmada açıklama, ampirik bulguların açıklamasını içeren cümlelere genel kırılma yasalarından türetilen bir kesinti olarak tanımladı.²⁷⁰ Descartes, gökkuşağının görünüşünün damlaların büyüklüğüne bağlı olmadığını fark etti ve bu yüzden çok büyük bir su damlasından, aslında suyla dolu küresel bir cam balondan geçen ışığı araştırmaya karar verdi.²⁷¹ Bu ışık ışınları yağmur damlalarından eksene Descartes'ın ışınından daha küçük bir açıda çıkacağından, bu genel yöne bakan bir gözlemci için net etki, birincil yay içinde bir dizi açık ve koyu bant olacaktır.²⁷² Descartes'ın birincil yayın minimum sapma yarıçapı olarak açıklaması hiç de geçersiz değildir ve Young'ın önerdiği gibi süpernümer yaylar yine de bir girişim ürünü olarak düşünülebilir. Karmaşık açısız momentum yöntemi, gökkuşağının görüldüğü gökyüzündeki bir fotonun olası yollarının daha kapsamlı bir açıklamasını verir²⁷³ve böylece daha doğru sonuçlar elde eder.

1304'te Alman keşişi Theodoric, Aristoteles'in gökkuşağının yağmur damlalarının bir bulut üzerindeki kolektif yansımalarından kaynaklandığı hipotezini

²⁶⁸ Boyer, **a.g.e.**, s. 209.

²⁶⁹ Boyer, **a.g.e.**, s. 217.

²⁷⁰ Tiemersma, **a.g.m.**, s.355.

²⁷¹ Greenler “**Rainbows, Halos, and Glories**”, 1990, s.1.

²⁷² A. Adam “The Mathematical Physics of Rainbows and Glories”, s.238.

²⁷³ H. Moyses Nussenzveig “The Theory of the Rainbow”, **Scientific American**, C. 236, No. 4, 1977, s.126.

çürüttü. Bunun yerine, her bir noktanın bir gökkuşağı oluşturabileceğini öne sürdü. Dahası, bu varsayımı büyütülmüş bir yağmur damlası deneylerinde kanıtladı. Gökkuşağını oluşturan ışık ışınlarının izlediği yolu izlemeyi başardı. Theodoric'in bulguları, aynı yöntemi kullanan Descartes tarafından bağımsız olarak yeniden keşfedilene kadar üç yüzyıl boyunca büyük ölçüde bilinmiyordu. Hem Theodoric hem de Descartes, gökkuşağının bir noktadan giren ve iç yüzeyden bir kez yansıyan ışıklardan oluştuğunu gösterdi. Her yansımayla birlikte küçük bir ışık kaybolur, bu da ikincil yayın birincil yaydan daha zayıf olmasının ana sebebidir. Theodoric ve Descartes, gökkuşağına karşılık gelen açısız aralık içindeki her bir yön boyunca, yerkürenin saçtığı ışıkta bir seferde yalnızca bir rengin görülebildiğini gözlemlədiler.²⁷⁴

Öte yandan, Descartes'ın renklerin nasıl oluştuğuna dair açıklaması, renklerin beyaz ışığın bir modifikasyonu ile üretildiği geleneksel teorisinin mekanik bir versiyonuna dayandığından dolayı yeterince ikna edici değildi. 1637'de "Les Meteores" üzerine yazdığı incelemede De Dominis tarafından verilen fiziksel fenomene oldukça yakın bir açıklama yaptı.²⁷⁵ Descartes'ın renk teorisi kusurluyken, geometrik teorisi yanlış değildi. Yazarlar onun geometrik teorisini yorumlarken, "Descartes'ın on yedinci yüzyılda gökkuşağı analizinin, Platon'un matematiğinin gücüyle basitleştirilmiş ve açıklığa kavuşturulmuş gözlemlere olan büyük inancını gösterdiğine" dikkat çekiyorlar. Öte yandan Newton, Descartes'ın ışınlarını izlemenin ağır tekniğinden kaçınır ve "birincil ve ikincil gökkuşağının minimum sapma ışınlarını belirlemek için onun 1660'lardaki matematiksel icadı olan diferansiyel hesaplamayı sessizce çağırır."²⁷⁶

Bununla birlikte, on sekizinci yüzyılın ortalarına gelindiğinde, Descartes ve Newton'un katkıları, gökkuşağının yetersiz ve güncel teorilerinin sürekli bir hatırlatıcısı olan süpernümerari yayların gözlemleriydi.²⁷⁷ Descartes, gökkuşağının temel özelliklerini açıkladı, ancak gökkuşağının renklerinin varlığını açıklayamadı.

²⁷⁴ Nussenzveig, **a.g.m.**, s. 116.

²⁷⁵ Corradi, **a.g.m.**, s. 53.

²⁷⁶ A. Adam, "Like a Bridge over Colored Water", s. 1361.

²⁷⁷ A. Adam, **a.g.m.**, s. 1362.

Sadece otuz yıl sonra Isaac Newton, beyaz ışığın tüm renklerin bir karışımı olduğunu ve suyun (veya herhangi bir şeffaf malzemenin) kırılma indisinin farklı renklerdeki ışık için biraz farklı olduğunu fark etti.²⁷⁸

Görünüşe göre, Descartes yöntemini asla üç iç yansıma yaşayan ışınlara genişletmedi. Newton'un en önemli başarılarından biri, Descartes'ın uzun ve meşakkatli bir dizi hesaplamadan yaptığı şeyi basitçe yapmak için güzel bir araç olduğu ortaya çıkan güçlü bir matematiksel yöntem geliştirmesiydi.²⁷⁹ Descartes'ın üç buçuk yüzyıl önceki girişiminden bu yana, gökkuşağı hakkında daha karmaşık matematiksel işlemler yapıldı. Yakın tarihli bir makalede Nussenzveig, son yıllardaki katkıları da dahil olmak üzere bu teorilerden bazılarını anlatıyor. Descartes, gökkuşağının yaratıldığı fiziksel süreci aydınlattı. Ancak gökkuşağının görünümü, teorisinde yer almayan bir parametre olan damlanın boyutuna bağlıdır. Fazla renkler veya yay için tatmin edici bir açıklaması yoktu. Sıralı alt teoriler, yoğunluk dağılımını tanımladı. Nussenzveig'in karmaşık matematiksel incelemesi, gökkuşağının ayrıntılı bir tanımını verir, bu nedenle, onun açıklayıcı gücüyle Descartes teorisinin ötesine geçer.²⁸⁰ Konuya bu açıdan bakıldığında, Descartes'ın metodolojisi ve dairesel bir akıl yürütme içeren argümantasyonunun ancak bir dereceye kadar doğru olduğu söylenebilir. Çağdaşlarının çoğunda olduğu gibi, fiziksel gerçekliğin matematiksel düzenine olan inanç esastır, oysa onun deneysel çalışması onun gerçekliğe dair matematiksel bilgisinin daha da gelişmesine yol açtı.²⁸¹ Gökkuşağının tarihi, bilimin gelişmesi için bazı büyük keşiflerden daha fazlasına ihtiyaç olduğunu açıkça göstermektedir. Descartes, 1637'deki eklerinde üç büyük ilerleme keşfetmişti ve yine de üçünden hiçbiri onlarca yıldır bilimsel düşünceye entegre edilmemişti.²⁸²

Daha sonra gökkuşağının tarihinde çok önemli hale gelecek olan bu büyük keşif, Newton'un matematiğe ve bilime yaptığı uzun katkı zincirinin yalnızca bir

²⁷⁸ Greenler, **Rainbows, Halos, and Glories**, s. 5.

²⁷⁹ Greenler, **a.g.e.**, s. 6.

²⁸⁰ Greenler, **a.g.e.**, s. 21.

²⁸¹ Tiemersma, **a.g.m.**, s. 364.

²⁸² Boyer, **The Rainbow, from Myth to Mathematics**, s. 232.

başlangıcıydı, en iyi bilineni yerküresi yasasının doğrulanmasıydı. Ancak Descartes, başkalarının eserlerini nadiren okuduğunu iddia ederek özgünlüğünü abartmaya meyilliyken, Newton her zaman yüksek derecede alçakgönüllülüğü sürdürdü.²⁸³ 14. yüzyılda hiç kimsenin "iki kırılma ve bir veya iki yansımadan sonra hangi açılardan gözümüze gelebileceğini bilmek için bir su damlasının farklı noktalarına düşen tüm ışınları ayrıntılı olarak kalemi alıp hesaplamadığı" doğrudur. Bununla birlikte, sinüs yasası henüz formüle edilmemiş olsa da o sırada elde edilen sonuçlar tamamen doğrudur ve kullanılan yöntem, Descartes'ın daha sonra kullanacağından farklı değildir.²⁸⁴

2.7. ISAAC NEWTON GÖKKUŞAĞI ÜZERİNE

Isaac Newton'un "Opticks" adlı kitabının yayınlanmasını takip eden on yıllarda, ilk girişim ve kırınım fenomenlerinin gözlemlenmesi ve ışık üzerine daha sonra yapılan çalışmalar, ışık dalgaları teorisinin keşfedilmesine yol açtı.²⁸⁵ Prensip olarak, her yağmur damlasında ikiden fazla iç yansıma meydana gelebilir, bu nedenle daha yüksek dereceli gökkuşakları (üçüncül, dördüncül vb.) mümkündür. Böyle bir gökkuşağının açısal boyutunu herhangi bir yansımadan (sayı olarak) sonra türetmek de mümkündür bunu ilk yapan Newton'du. Newton'un çağdaşı Edmund Halley, gökkuşağının üçüncü yayının, güneşin etrafında yaklaşık 40°'lik bir açısal yarıçapa sahip bir daire olarak görünmesi gerektiğini keşfetti.²⁸⁶ Daha sonra, 1666'da Newton, kırılma indisinin dalga boyuna bağlı olduğunu fark etti: bu nedenle, her güneş ışığı kendine ait bir gökkuşağı oluşturur²⁸⁷ dedi.

Gökkuşağının en belirgin özelliklerinden biri olan renkleri kesinlikle Newton'dan 1666'daki prizma deneylerinde açıklandı. Bu deneyler sadece beyaz ışığın bir renk karışımı olduğundan değil, aynı zamanda kırılma indisinin her renk için farklı olduğunu da gösterdi. Etki dispersiyon olarak adlandırılır. Buradan, ışığın

²⁸³ Boyer, **a.g.e.**, s. 233.

²⁸⁴ Rashed, **a.g.m.**, s.111.

²⁸⁵ Corradi, **a.g.m.**, s. 53.

²⁸⁶ A. Adam, **a.g.m.**, s. 236.

²⁸⁷ Corradi, **a.g.m.**, s. 50.

her rengi veya dalga boyunun kendi gökkuşağı açısına sahip olması gerektiği sonucu çıkar. Doğada fark ettiğimiz şey, her biri diğerinden biraz kaymış tek renkli gökkuşakları koleksiyonudur.²⁸⁸ Fiziksel terimlerle bize beyaz ışığın tayfin renklerine bölünmesinden kaynaklandığı söyleniyor ve bunların yedi çok özel ton olduğu öğretiliyor: kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, çivit (leylak) ve mor. Bu yedi ton, gökkuşağının mutlak renkleri olarak kabul edilir. Nesne, renkleriyle, her parlaklık veya doygunluk seviyesinde Newton'un yedi versiyonunun dahil edilmesiyle bir gökkuşağı olarak tanımlanır.²⁸⁹ Newton, gökkuşağı görüntüsünü yedi renkte karakterize etmek için "spektrum" terimini (Latince'den specere'den "görmek için") benimsedi. Aristoteles'ten (M.Ö. 384-322) beri herkesin sahip olduğu gibi, nesnelerin doğasında bulunan (bölünmez) bir özelliği olmadığını gösterdi, ancak daha ziyade insan görsel aygıtının ışık emisyonlarına verdiği tepkiden kaynaklanan bir yanılsamadır²⁹⁰ dedi. Böylece Newton, müzik ölççeğindeki yedi notayla eşleşmesini sağlamak için spektrumdaki yedi ana rengi belirledi.

Descartes ve Newton, gökkuşağının en belirgin özelliklerini açıklayabildiler. Birincil ve ikincil yayları ve onları ayıran karanlık bandın varlığını açıkladılar. Bu özelliklerin açısız konumlarını hesapladılar ve dağınık ışığın bir spektrumdaki dağılımını tanımladılar. Bütün bunlar yalnızca geometrik optik kullanımıyla sağlandı. Bununla birlikte, teorilerinin büyük bir zayıflığı vardı, yayların fazlalığını (sayı olarak) açıklanamıyordu.²⁹¹ Görünüşte küçük olan bu özellikleri anlamak, ışığın doğasına ilişkin daha gelişmiş bir bakış açısı gerektirir.

Newton'un, dispersiyonun keşfi yoluyla, gökkuşağındaki renklerin oluşumu ve gökkuşağının iki yayının genişlikleri hakkında ilk makul ve uygun açıklamayı verdiği iyi bilinmektedir. Görünüşe göre ikiden fazla olan gökkuşaklarıyla ilgili hesaplamaları yapan muhtemelen ilk kişi olduğu bilinmemektedir. Bu çalışma, 1669-1671 Cambridge'deki derslerine dahil edildi, ancak Newton'un yayınlama

²⁸⁸ Nussenzveig, **a.g.m.**, s. 119.

²⁸⁹ James, **a.g.m.**, s.69.

²⁹⁰ Robert Finlay, "Weaving the Rainbow: Visions of Color in World History" **Journal of World History**, C. 18, No. 4, 2007, s. 384.

²⁹¹ Nussenzveig, **a.g.m.**, s. 120.

konusundaki isteksizliği o kadar büyüktü ki, bu materyalin bir kısmı yalnızca 1704'te “Opticks”te göründü.²⁹² Kendisi 1672'de Kraliyet Cemiyetine (Royal Society'ye) beyaz ışığın bileşik doğasına dair önemli keşfini geniş bir çerçevede özetleyen bir makale (mektup) sundu. Bunu Cambridge Üniversitesi'ndeki öğrencilere 1669-1671 optik derslerinde sunmuş olmasına rağmen gökkuşağındaki hesaplamaları dahil etmedi.²⁹³

Gökkuşağının tarihindeki ilk büyük dönüm noktası Theodoric'in “De İride” olmalıydı, ancak bunun etkisi oldukça kısa sürdü. Bu cildin hem öncesinde hem de sonrasında, tamamen gökkuşağına adanmış orta çağ ve modern düzinelerce kitap vardı, bunlardan hiçbiri konuya önemli bir katkı yapmadı. Gerçekten etkili olan ilk başarı, 1637'de Descartes'ın felsefi incelemesi “Discours de la Methode” ekinin bir bölümü olarak ortaya çıktı. Karşılaştırılabilir ikinci bir katkı, daha ilgili bir bağlamda, Newton'un “Opticks” hakkındaki klasik incelemede bir bölüm olarak 1704'te yayınlandı. Newton teorisinin Avrupa ve Amerika'da yaygın olarak bilinmesi “Opticks”in sayısız baskısı aracılığıyla oldu.²⁹⁴ Newton döneminde gökkuşağı teorisi, ileri matematik konusunda eğitim almamış hiç kimsenin takip etmeyi umut edemeyeceği bir noktaya ulaşmıştı.²⁹⁵ Gökkuşağının tarihindeki en önemli iki yüzyıl şüphesiz on yedinci ve on dokuzuncu yüzyıl idi. Descartes ve Newton'un katkıları çok geçmeden fizik ders kitaplarında yerini aldı.

²⁹² Boyer, **The Rainbow, from Myth to Mathematics**, s. 247.

²⁹³ Boyer, **a.g.e.**, s. 242.

²⁹⁴ Boyer, **a.g.e.**, s. 251-252.

²⁹⁵ Boyer, **a.g.e.**, s. 266.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. EILHARD WIEDEMANN'IN TERCÜMESİ VE YORUMU

İbnü'l-Heysen tarafından yazılan bu risale İslam bilim tarihinde gökkuşağı hakkında olan nadide eserlerden biridir. Eserin üç tane nüshası bulunmaktadır. Bu üç nüsha kendi aralarında farklılık göstermektedir. Eser Halep (Basil 719), Berlin (oct. 2970 / 10) ve İstanbul (Atıf 1714 / 14) demirbaş numarasından temin edildi. Biz sadece İstanbul (Atıf 1714/14) ve Berlin (oct. 2970 / 10) nüshasını temin edebildik. Toplam 126-138 varak arasındadır. Her sayfası 25 satırdan oluşmakta ve Arapça dilinde nesih hat ile yazılmıştır. Eserde çizimler bulunmaktadır. Çalışmada hedeflenen ana nokta ise İbnü'l-Heysen tarafından yazılan bu risalenin, (965 - 1039) döneminden bu günlere kadar maalesef hiç kimse tarafından ele alınmadığını öncelikle tespit etmek, ardından uzun zamandır unutulmuş olan bu çetrefilli bilim uğraşısına İslam dünyasında yeniden dikkatleri çekmektir. Bunun yanısıra konuyla bağlantılı verilen bilgilerin değerlendirilmesi sonucunda Batı'nın konuya olan hakimiyetini görmek mümkün olmuştur.

***Meteorolojik ve optik gök görüntüleri Allah'ın üstün gücünü simgeleyen harikalar (Resim 1). Gözden ırak olmaları ve dikkatli incelenememeleri nedeniyle bu olayların nedenleri, genellikle gizli kalmış olmakla birlikte, bunlardan gökkuşağı ve haleyi eskiler zekâ, sezgi ve daha öncekilerin bulgularından yararlanarak zamanla açıklamaya çalışmışlardır. Her ne kadar vardıkları sonuç, nedenleri ve anlaşılabilirlikleri yönünden kabul edilebilir olmakla birlikte, görüntü ışınlarının özellikleri yönünden bu bilgiler çelişkili ve kanıtlara aykırıdır.²⁹⁶

²⁹⁶ Bu paragraftan itibaren Eilhard Wiedemann'ın "Gökkuşağı ve Hâle" hakkındaki tercümesi ve yorumu gelmektedir.



Resim 1- Solda bir gökkuşağı çifti, sağda hâle.

Hatalı olmayan bir öğretiyi geliştirmemi sağlayan Allah'ın yardımıyla araştırmalarımı sürdürdüm. Bulguları kâğıt üzerine aktarmaya karar verdim ve bunları *Tenkid el Menâzır (Optik)* kitabımın arkasına ekledim. Ancak ilkin eskilerin bulgularını izlemek ve bunların arasından söz konusu bilgilerden aktarabileceklerimizi seçmek gerekir. Bunlar arasından matematiksel bilimler yönünden Allaha şükürler olsun İbnü'l-Heysen, felsefi bilimler yönünden ise Şeyh el-Reis (İbn-i Sinâ) Allah onu yüceltsin önde gelir. Eserlerini incelediğimizde, gök görüntüleri konusunda tüm çalışmalarını özellikle *Şifa*'da ifade etmiş olduğunu gördüm. İlkin İbnü'l-Heysen'in gök görüntüleri konusunda söylediklerini irdeleyelim (*muharrar*) ve daha sonra Şeyh el-Reis'in ifade ettiklerine geçelim.

Bir nesne kendisine özgü uygun bir yöntemle incelendiğinde basit, karmaşık bir yöntemle incelendiğinde ise karmaşık olarak algılanır. Özellikle hâle ve gökkuşağını anlamaya çalıştığımızda büyük zorluklarla karşılaşılır. Bu olaylar yoğun havada gerçekleşir ve hep aynı şekillerde karşımıza çıkarlar. Hâle hep bir tam daire şeklinde ve gök kuşağı ise sadece bir yay parçası olarak gözlenir. Havada gerçekleşmeleri nedeniyle fiziksel ve daire biçiminde olmaları nedeniyle matematiksel açıklanabilmeleri gerekir. Şu halde olayların her iki yönden incelenmesi gerekir.

Fizik denince aşağıdakiler akla gelir. Cisim, saydam bir A cisminin arkasında ya da parlak veya renkli (B ve C) bir cismin karşısında bulunur. Bu durumda cisme karşıdan bakan kişi, A saydam olduğundan B cismini görülür, ya da nemli yoğun cismin (bulut?) yeknesak parçacıkları bir ayna gibi davrandığından C görülür. Rengi

nesnenin yüzeyinde olduğu gibi görünür. Cisim tam saydam ya da tam yeknesak değilse, cismin resmi tam değil benzer bir şekilde görülür. Eğer cisim yoğun ve nemli nesne üzerinde görülürse, bu durumda rengi tam uyuşmaz kısmen örtüşür. Nesnenin saydamlığı azaldıkça ve rengi arttıkça görülen renkler o derece belirsizleşir.

Matematiksel yönden şunlar söylenebilir: Yoğun nemli cismin yüzeyine ulaşan her doğrusal ışın, eğer yüzeye dik düşerse aynı yönde yoluna devam eder, aksi halde dikine yönden saptırılır.

Bana göre: Görünen ışınların kırılması söz konusu olduğunda sadece görüntüye ulaşan yön önem taşır.

Ona göre: Düz yoğun bir cismin üzerine düşen görünür ışınlar belirli açılarda yansıtılır (*in'akas*); her ışın saçılır (*inkasar*), saçılım gelen ışının da bulunduğu düzleme dik yüzey sınırında gerçekleşir.

Bana göre: Saçılma (*inkasar*) yansıma ve kırılma nedeniyle gerçekleşir.

Ona göre: Kırılmadan sonra şeklini (*haija*) muhafaza eden her bir ışın karşılaştığı cismin şeklini doğru bir şekilde muhafaza eder. Kırıldıktan sonra şekli değişen bir ışımdan cismin şeklini olması gerektiği gibi algılamak mümkün değildir. Kırılan ışın ilk ışının doğru yönünde olduğu gibi algılanır. Eğer bir ışın sadece gözün gördüğü yüzey kadar bir yüzeye kırılmışsa, bu durumda rengi görülürse de, nesnenin şekli görülmez.

Yukarıda söz konusu olan iki gök görüntüsünde sadece yoğun nemli bir hava bulunduğunda gözlenir. Ne var ki havanın yoğun olduğu her durumda gözlenmez. Bunun dışında havanın nemli olması ve ışıldayan bir nesnenin bulunması gerekir. Havanın konumu da önem taşır. Yoğun hava gözle parlak nesne arasındaysa hâle, buna karşın nemli havayla parlak cisim arasında bulunuyorsa gökkuşağı gözlenir. Ancak bu koşulların gerçekleşmesi halinde de sadece bazen hâle ve gökkuşağı görülür. Buna göre bunların gerçekleşmesi için başka bir koşulun daha gerçekleşmesi gerekir.

Bu görüntünün oluştuğu hava eşit parçacıklardan oluşur. Ancak görüntü bu parçacıkların her birinde oluşmaz, sadece gözümüze göre belirli bir konumda olan birinde gerçekleşir. Bu esnada görüntü ışını belirli bir yerin belirli bir noktasından nemli yüzeyden nesneye geri yansır, nesnenin rengi yansıtılan noktadaki renkte görülür. Buna göre parlak cismin görüntüsü nemli cismin yüzeyindeki yansıma nedeniyle görülür.

Bana göre: Daha sonra gösterileceği gibi ışının kırılmasını göz önünde bulundurmamak gerekir.

Ona göre: Her iki olay şu şekilde gerçekleşir; görüntü oluştuğunda yansıma doğru konumda bulunur ve bulutun yapısı nedeniyle görüntü ışınları nemli cisimden parlak cisme yansır.

Bu durumda yansıyan ışınların nemli havadan parıldayan cisme nasıl yansydıklarını, bunun hangi yerde gerçekleştiğini ve görüntünün nasıl oluştuğunu göstermemiz gerekir.

Bir ışın sadece belirli açılarda kırılır ve kırıldıktan sonra görülebilir olması için başlangıçtaki şeklini koruması gerekir. Bu nedenden dolayı ışının kırıldığı nemli cismin yüzeyi kendine gelen ışınları kapsayabilmesi için düz ve bazı diğer özelliklere haiz olmalıdır. Çünkü sadece düz ve ayrı parçalardan oluşmayan yüzeylerde ışınların eşit açılarla yansydıklarını düşünebiliriz. Bu durumda kırılan ışınlar şekillerini korur, aksi halde bu mümkün değildir.

Bir nesneye sadece birleşik bir yüzeyden ışınlar kırılır (yani kırılabilir ya da yansiyabilir). Gözden sadece bir I ışını, nesnenin a noktasında belirli bir açıyla yansiyarak yüzeyin bir noktasına kadar uzanabilir. Buna yüzeyde yakın bir II ışını ise, nesnenin a noktasına yakın başka bir noktasında kırılır. Kırılmadan önce ve sonrasında ışınların şeklinde bir değişme olmaz. Düz olmayan yüzeylerde bu mümkün değildir, çünkü komşu iki parçacığın birbirlerine karşı konumları farklıdır. Bunların üzerinde cismin rengi ayırt edilemez, ayırt edilebilse bile bu açıdan görülen her bir yüzey parçası kendi başına yalıtılmış nesnenin yüzey görüntüsü çok zayıflamış olarak göze ulaşır. Çeşitli yüzeylerin farklı konumları nedeniyle kırılan ışınlar nesnenin farklı renkteki farklı noktalarına ulaşır. Hiçbir yüzey belirgin bir

büyükliğe sahip olmadığından birbirleriyle ilişkisiz yüzeyde cismin rengi de görülmez, görülse bile çok belirsiz ve zayıftır. Bu nedenden dolayı ışınları yansıtan nemli bir cisimde görüntü renginin de belirmesi için düz ve çok küçük parçacıklardan oluşan bir yüzeye sahip olması gerekir. Yüzey parçacıkları yoğunlaştıkça ve irileştikçe görülen görüntü ve renk de o derece gerçekle çıkar.

Her iki gök görüntüsünün nemli havada oluşması için ışınların yansımaları ve nesne renginin ortaya çıkması gerekir. Bunun için yüzeyin yakınında ya da komşu parçacıklarında bir kenetlenme gerçekleşmelidir. Kenetlenmenin sıklığıyla orantılı olarak renk gerçeğe yaklaşır. Görüntü dairesel olduğundan özel yüzeylerde ya da birbirleriyle ilişkili yüzeylerde ortaya çıkar.

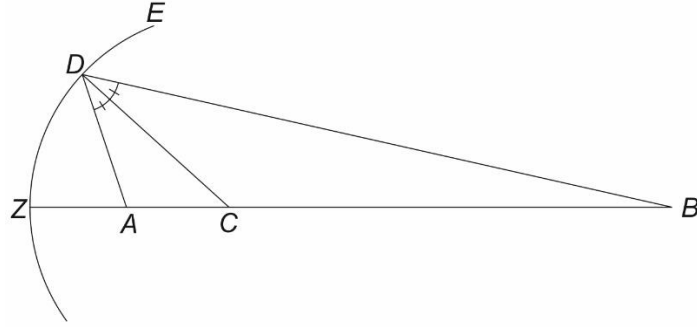
Dairesel yansımanın ne tür yüzeylerde mümkün olacağını göstermemiz gerekir.

Gökkuşağı sadece ışınların nemli hava yüzeyinde yansımaları sonucu oluşur, burada nesne parlak bir cisimdir. Yansıma kuramı kurallarından bilindiği gibi görüntü ışınları bir düz ya da dışbükey yüzeyden bir cismin belirli bir bölgesine yansıyabilir, bu yerin büyüklüğü nesnenin büyüklüğüne bağlıdır. Bir daire parçasının düşünülmesi gerektiğinden söz konusu yüzey içbükey olmalıdır. Görüntünün küçük düz kısımlardan oluştuğuna göre, bu durumda tümü bir daire şeklinde oyuk bir hacim olarak düşünülebilir. Çeşitli dairesel ya da daire parçacıklarından oluşan içbükey şekiller tasavvur edilebilir. Ancak arza benzeyen en güzel cisim küre olduğundan bu şekilde düşünmek gerekir. Ayrıca havanın çevrelediği havanın, suyun ve dünyanın şekli küreseldir. Buhar her tarafta aynı şekilde küresel yüzeyden yükselir ve bu nedenden merkezinde arzın yer aldığı küre şeklinde olmalıdır. Bu durumda her parça aynı şekli alır. Bu nedenden dolayı çukurun küresel olduğu varsayılabilir.²⁹⁷ Ne var ki hava sabit duran bir nesne değildir ve bir yönden diğer yöne doğru bütün ya da parçacıklar halinde sürüklenir. İçinde nem bulunan havanın birbirine yakın yüzeyler barındırması ve bütün halinde bir küre şeklini alması halinde, parçanın büyüklüğüne bağlı olmak üzere, bir yansıma gerçekleşebilir. Görüntü sadece yüzeydeki küre oyukları göz merkezi ve parlak cisim merkeziyle aynı yönde olması halinde

²⁹⁷ İbnü'l-Heysem burada bulut yüzeyinin arz yüzeyine eş merkezli olmadığını göz önünde bulundurmaz.

gerçekleşebilir. Çünkü bulut merkezi yeryüzünden çok uzakta ve parlak cisim merkezden oldukça sapmış konumdadır. Göz ve parlak cismin arasındaki mesafe gözle küresel bulut arasındaki mesafeden katlarca defalarca fazladır. Bulutun C merkezi A göz merkeziyle B parlak cisim merkezini birleştiren AB doğrusu üzerinde bulunur (Şekil 1).²⁹⁸ Buna göre CB mesafesi AC mesafesinden çok daha büyüktür. Şu halde AC mesafesi bulutun $ZC = DC$ yarıçapından daha küçüktür. AZ gözle bulut arasındaki mesafe olup arz yarıçapının küçük bir katı kadardır.

Bana göre: Bunu gök cisimlerinin mesafelerinden bilmekteyiz. AZ mesafesi 17 parasenkten küçük ve AC mesafesi 1000 parasenkten büyüktür.



Şekil 1

Ona göre: Çok büyük bir mesafe olduğunu kabul etsek bile bu olabildiğince anlamına gelmez. Bulut mesafesi değiştiğinden bazen kısa, bazen de uzak olabilir. AZ mesafesinin kısa olması halinde, BAZ ufukta bulunsun ya da onu kesse dahi $BZ / AZ > BC / AC$ ve $BD / AD > BC / AC$ ilişkileri geçerlidir.²⁹⁹ Görüntü sadece bu koşul altında gözlenebilir, aksi halde bu mümkün değildir.

Bana göre: Şu halde o içbükey bir aynada dairesel bir yansımanın hangi koşul altında göze ulaşabileceğini ya da ulaşamayacağını kanıtlamış bulunmaktadır. Bunu ise, yansıma konusunda bilinenlerden ziyade, aşağıdaki düşüncelerden türetmiştir. Yansıma bir ZD dairesi üzerinde oluşurken göz aynanın çapı üzerinde bulunur. Çapın

²⁹⁸ Bu şekil özgün risalede biri harfsiz olmak üzere iki kez çizilmiştir. Şekilde hatalı çizilmiş çizgiler bulunur, mevcut ilave harfler ise Şekil 3'e ilişkindir.

²⁹⁹ Doğrusu $\angle(BDC) = \angle(ADC)$ olduğundan CBD ve CDA üçgenlerine uygulanan sinüs teoremi sonucu elde edilen $BD/AD = BC/CA$ açıortay teoremidir. Ayrıca $BZ > BD$ ve $AD > AZ$ olduğundan $BZ/AZ > BC/CA$ ilişkisi yazılabilir.

üzerindeki tüm B noktaları söz konusudur. Kürenin C merkezi bu noktalarla gözün yer aldığı A noktası arasında bulunur. Belirli bir B noktasından ışınlar göze iki farklı noktadan ulaşabilir. Bunlardan biri D noktası olduğunu varsayalım. Yaygın bilinen bir oran gereği $BD / AD = BC / AC$ ilişkisi geçerlidir.³⁰⁰ Ancak genellikle B noktası buluttan çok uzakta ya da ışın geliş açısı çok küçük olduğundan $BD < BZ$ ve $DA > ZA$ olduğundan $BZ / AZ > BC / AC$ eşitsizliği yazılabilir.

Ona göre: Sadece yukarıda verilen koşul sağlandığında uygun yansıma gerçekleşir. Şu halde bulut merkezi AB arasında olmaması halinde, diğer bir deyişle gözle parlak cisim arasında bulunmaması halinde ya da $BZ / AZ > BC / AC$ eşitsizliği sağlanmaması halinde gerçekleşmez.

İlk durumda yansıma daire üzerinde sadece tek bir noktada gerçekleşir. Eğer AB hattı sabit tutulur ve ADB şekli AB etrafında çevrilirse, bulut merkezine bağlı olarak yansıma yeri değişir, çünkü AB eksenini ve bulutun C merkezi dışında tüm yüzey hareket eder. Aksi halde çevirme işleminden sonra bulutun merkezi yüzeyin dışında kalır ki bu durumda konumu küresel yüzeye dik olmadığından gerçek bir dairesel yansıma gerçekleşmez. Diğer iki durumda yansımanın gerçekleşmeyeceği önceki tartışmalardan anlaşılır. Neticede bu kürede yansımanın sadece tek bir daire üzerinde gerçekleşeceği görülür. Bir engel bulunmadığı sürece başka bir kürede yansıma başka bir daire üzerinde de gerçekleşebilir.

Bana göre: Açıklamasının temelinde eğer görünen ufuk düzlemi yayın kutbundan geçiyorsa yay bir *yarı daire* oluşturduğunu ifade eder; bu durum parlak cismin merkezi tam ya da neredeyse ufukta bulunduğu gerçekleşir.³⁰¹ Kutup ufkun altına indiğinde ve yayın orta noktası gözle bulut arasında bulunduğu, ya da kutup ufkun üzerine çıktığında ve yayın merkezi gözle ve bulutun orta noktası bulunduğu *daha küçüktür*. Bana göre bu sonuncu durum sadece matematiksel bir

³⁰⁰ Açığortay teoremi.

³⁰¹ Burada *yay kutbu* dendiğinde kürenin (bulutun) orta noktasından geçen ve bulutu kesen eksen, buna karşın karıştırılmaması gereken *yay merkezi* dendiğinde yansıma noktasının eksene izdüşümü anlaşılır.

ifadedir, zira *Şifa* yazarının (İbn-i Sînâ) kanıtladığı gibi yay merkezi hep gözle ve bulut arasında bulunur.

Ona göre: Daha büyük olabileceği de varsayılabilir; ne var ki bu durum sadece kutup ufkun üzerinde bulunuyor ve orta noktası göz ve bulut arasında ya da kutup ufkun altında ve orta noktası gözle ve bulut orta noktası arasında bulunması halinde kuramsal mümkündür.

Bana göre: Açıklamalardan şunları söyleyebiliriz: Eğer nemli hava parçacıkları bir içbükey küre oluşturacak şekilde yerleşir ve bunun orta noktası gözle parlak cismi birleştiren hattın üzerine gelirse, bu durumda yayın orta noktası arzın orta noktası olup olmamasından bağımsız olarak yukarıdaki olay gerçekleşir. Bu esnada yayın kutbu ufukta, üzerinde ya da altında bulunabilir, yayın ortası gözle bulut arasında, göz üzerinde ya da gerisinde yer alabilir. Böylece dokuz farklı durum oluşabilir. Kutup ufuktaysa yay (merkez noktalarının her konumu için) bir yarım daireye dönüşür. Kutup ufkun üzerindeyse ve merkez önümüzdeyse (gözle bulut arasında), yay yarım daireden büyüktür, göz üzerindeyse yarım daire olur, gözün gerisindeyse (gözle merkez noktası arasında) yarım daireden küçüktür. Eğer kutup ufkun altında ve merkez noktası öndeysen yay yarım daireden küçük, göz üzerindeyse yarım daireye eşit ve gözün gerisindeyse yarım daireden büyüktür.

Ona göre: Ufkun daireyi kesmediği, bir kiriş oluşturduğu ya da teğet olduğu ve parlak cismin ufkun üstünde ya da altında ve yay merkezinin gözle bulut arasında bulunduğu varsayılabilir, bu durumda dairenin tümü görünür. Ancak parlak cisim ufkun altında ve yayın kutbun üstünde bulunursa, bu durumda yansıyan ışınların tümü göze ulaşmaz. Çünkü arz yayın düşük noktalarına ışınların ulaşmasını önler. Göze ulaşan ışın belki de sadece yayın üst noktalarından yansıyanlar olur. Bu nedenden görüntü dairenin küçük bir bölümüyle sınırlı kalır. Eğer bulutun ışınları yansıtmaya uygun kısmı ufka kadar ulaşmayabilir. Bu durumda her koşul altında matematiksel anlamda hep yarı daireden küçük kalır. Dairenin orta noktası hep ufukta ya da altında kalır ve uçları ufka kadar ulaşmaz.

Bu açıklamadan parlak cisim ışınların buluttan nasıl yansıdığı ve yansımanın nerede gerçekleştiği anlaşılır.

Şimdi renkli gök görüntüsünün nasıl oluştuğu sorununa yönelelim. Yukarıda bir ışın nemli düz bir cisimden göze yansıdığında, yansıma noktası renginin parlak nesne rengiyle karıştığı ifade edilmişti. Nemli cisim ne gerektiği kadar saydam ve ne de tam düz olmadığından yansıma kuralı tam uygulanamadığından gözlenen görüntü de gerçeğe tam uymaz. Bulutta renk tam olarak görülmez ve bunun yerine bir renk karışımı algılanır. Gözlenen görüntü sadece parlak cismin durumunu (*kaun*) belirler ve bu nedenden dolayı da ışık şiddeti düşüktür. Parlak cismin belirli bir genişliği bulunduğundan yansıyan ışının da tüm cismi kapsamaması için buna uygun bir genişliği bulunur.

Yansıma noktasında parlak yüzeyin şekli görülmez, çünkü şekil sadece yüzey belirli bir genişliğe ulaşınca bu yüzeyin sadece bir noktasında gerçekleşince gözlenir. Yayda ışınlar çok sayıda değişik noktadan yansıtılır; bulutun düz küresel bir yüzeyi bulunduğundan üzerinde cismin şekli görülmez. Parlak cismin ışınları küresel yüzeyin bir kesitinden göze yansıtılır. Parlak cismin her noktasından ışınlar yansıdığından küresel yüzeyin üzerindeki daire boyunca bu ışınların bileşiminden bir şekil oluşur. Bu nedenden dolayı oluşan şekil cismin yalıtılmış bir resmini değil sadece yansıtan yüzeyin kesit görünümünü verir. Bulut yüzeyi küçük düz parçacıklardan oluşmuşsa, bu durumda da cisme göre yansıtan düz yüzeylerin oranı çok küçük olduğundan görüntüde biçim yerine sadece renk görülür ve parçacıklar cismin şekli yerine sadece rengini geri yansıtmış olur.

Sonuç: Bu açıklamalardan gökkuşağının nemli havada parlak bir cisme ilişkin ışınların sadece renginin yansımaları sonucu elde edildiği anlaşılır.

Gökkuşağında gözlenen çeşitli renkler, ya da gökkuşağı renkleri (*takâzih*) ışınların (*dau'*) ve gölgelerin (*dil'i*) çeşit ve yapısına bağlı karışımından oluşur.

Bana göre: Ve ışık yapısındaki farklılıktan kaynaklanır.

Ona göre: Yayın üzerinde oluştuğu nemli cisim ya da bulut veya onun yerini alan nesnenin belirli bir yoğunluğu ve saydamlığı bulunur. Işın ilkin en yakın yüzeye düşer ve bulut içine nüfuz eder. Sıradaki ikinci yüzeye ulaşan ışık saf ışıktır, buna karşın cisme nüfuz eden ve cismin çeşitli yoğunluktaki katman yapısında çoğalan ışığa ise gölge karışmış olur. Işıkla gölgenin karışması sonucunda çeşitli gökkuşağı

renkleri oluşur. Işık derinleştikçe yansıyan gölge miktarı arttığından bu bileşeni de güçlenir.

Buna göre gökkuşağı renkleri ışığın nemli saydam cisme nüfuz etmiş gölgelerin karıştığı renklere karşı düşer. Bunlar komşu yüzeylerde bulunan küçük parçacıklar tarafından geri yansıtılan ışın grupları şeklinde gözlenir. Bu parçacıklar nemli sıkı bitişik (*mutaddâm*) duran çok ince yağmur (*radâd*) zerreciklerinden oluşur.

*Bana göre:*³⁰² Allaha sığınarak belirtmek isterim ki bu yorum benim doğrudan gökkuşakları üzerinde yapmış olduğum gözlemlerle uyuşmamaktadır:

Birincisi: Daha sonra tartışılacağı gibi gözlemlerim İbn-i Sînâ'nın gözlemleriyle çelişir.

İkincisi: Bu gök görüntüsünün oluşumuna uygun çok sayıda bulutun mevcut olması halinde sadece tek bir gökkuşağı görünmesi gerekir. Biz çoğunlukla aynı anda iki ama hiçbir zaman üç yay görmedik. Şarafettin el-Mesûdî bu gök görüntüsü üzerine yazmış olduğu bir incelemede onların genellikle çifter görüldüğünü yazar. Eğer iki gökkuşağının görülmesinin nedeni uygun bulutun iki kısımdan oluşmasından kaynaklanıyorsa, bu durumda aynı anda üç gök kuşağının da görülebilmesi gerekir. Neden hiç üç gökkuşağı aynı anda görülmemektedir? Bu çok önemli ve göz ardı edilemez bir çelişkidir.

Üçüncüsü: Yukarıdaki tartışmadan gökkuşağının saf havada oluşmaması gerekir, ne var ki onu kendim bir akşam (*'asr*) vakti kendim gözledim. Bulut göğün büyük bir kısmını güneyde kaplamaktaydı; gökkuşağı belirgin renkleriyle açık (bulutlarla kaplı olmayan) havada büyük bir yayla görülmekteydi, yayın sadece bir kısmı bulutun üzerine kadar uzanmaktaydı. Yayın birinci kısmı göğün maviliğinde ikinci kısmı bulutun üzerine bütünü arkasındaki dağların ve arzın üzerinde yükselmekteydi. Bir diğerinde benzer bir durum gördüm, ancak bu sefer bulutların üzerindeki arkası kapalı kısım kuzeyde yer almaktaydı. Çok sayıda başka benzer durum da gözlemledim.

³⁰² Burada İbnü'l-Heyssem yapılan yorumu sert bir şekilde tenkit eder.

Şeyh (İbn-i Sînâ) Şifâ'da gözlemediği bir durumu aktarır: "Bir gökkuşağı gördüm, bir dağın önünde berrak havada gerçekleşti. Havada nem yoğundu, ama yağmur damlaları mevcut değildi. Gökkuşağı dağın yüzeyine uygundu ve üzerini kaplamaktaydı".

Dördüncüsü: Eğer yay parlak cisim ışınlarının bulut gövdesine nüfus etmesi sonucu gerçekleşseydi, renkler başlangıçtaki açık renklerde daha parlak olmalı ve gittikçe koyulaşarak soluklaşmalıydı. Ancak yaptığımız gözlemlerde en parlak renklerin maviyle morumsu kırmızı arasında yer aldığını gördük. Verilen yorumla bu bulgu açıklanamaz.

Beşincisi: Verilen açıklamalar doğru olsaydı, her iki gökkuşağında renklerin sırası aynı olmalıydı, ancak küçük gök kuşağında renklerin sırası büyük gökkuşağındakinin tersidir.

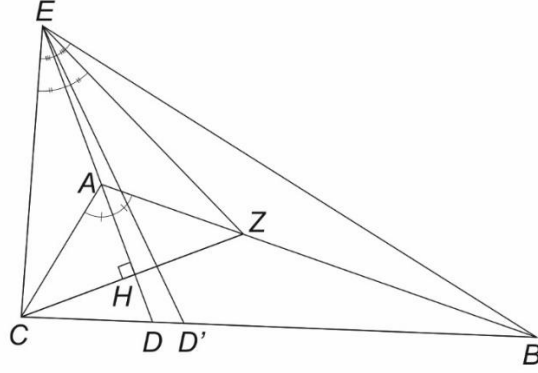
Altıncısı: Eğer yaylar bulutun farklı parçalarına ilişkin olsaydı, yukarıda verilen oluş prensipleri gereği gözün orta noktasına olan uzaklığına bağlı olarak, gökkuşakları birbirlerine paralel olmalı, birbirlerini kesmeli ya da birbirlerine yanaşabilmeli ya da uzaklaşabilmeliydi. Ancak hep belirli bir mesafeyi koruyarak birbirine paralel olarak yan yana görülür ve ufka dik bir düzlemde bulunurlar. Bu hususların tümü doğrudan gözlemlenebilir. Bununla çeşitli parçaların tek bir orta noktası bulunduğu anlaşılır.

Yedincisi: Eğer yukarıda verilen açıklama doğru olsaydı, prensip gereği küçük yayın renkleri büyük yaya göre daha soluk olması gerekirdi. Ancak durum tersinedir. Bunun açıklaması bir giriş kanıtından sonra aşağıda verilecektir.

Giriş kanıtı şu şekildedir: Bir ABC üçgeni, AB kenarı AC kenarından daha büyük olacak şekilde verilmiş olsun (*Şekil 2*). A açısını AD hattıyla ikiye ayırılım ve AD hattını E noktasına uzattıktan sonra bu noktayı B ve C noktalarına bağlayalım. Bu durumda $AB > AC$ olduğundan $\angle (BED) > \angle (CED)$ olması gerekir.

Sonra C noktasından AD hattına bir dik inelim. Bu dik AD hattını keser, çünkü BAD ve DAC üçgenlerinde A açıları eşit, $\angle (B) < \angle (C)$, $\angle (BDA) = [\angle (A) + \angle (C)] > \angle (CDA) = [\angle (A) + \angle (B)]$ ve $[\angle (BDA) + \angle (CDA)] = 180^\circ$ olduğundan $\angle (CDA)$

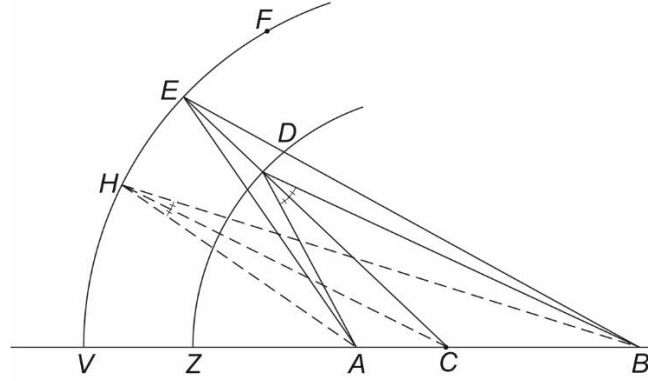
bir dar açıdır. Ayrıca CDA açısı da dar olduğundan DAC üçgeni bir dar açılı üçgendir ve CH dike AD kenarını H noktasında keser.



Şekil 2

Eğer CH dike uzatılırsa AB kenarını Z noktasında $AZ = AC$ olacak şekilde keser. EZ hattı çekilir. Bu durumda $\angle (ZEH) = \angle (CEH)$ ve $\angle (BED) > \angle (CED)$ olduğu görülür. Eğer BEC açısı ED' doğrusuyla iki eşit açığa ayrılırsa açıortay teoremi gereği $EB / EC = D'B / D'C < DB / DC$ ya da $EB / EC < DB / DC$ yazılabilir. Bu ifade $DB < BC$ ve $AC > DC$ olduğundan şüphesiz $EB / EC < BC / AC$ için de geçerlidir.

Giriş kanıtından sonra artık açıklamaya geçebiliriz: Merkezi C noktası olan bir yay çizelim, gözün A noktasında ve parlak cismin B noktasında bulunduğunu varsayalım (Şekil3). Daha önce olduğu gibi yayın üzerindeki D noktası B cisminden gelen ışınları A noktasındaki göze yansıtır. Eğer genellikle gözlendiği gibi gökkuşağı oluşturmaya uygun iki parçalı bir bulut bulunduğu varsayılırsa, yukarıda belirtildiği gibi tek bir merkez noktası bulunduğunu varsaymamız gerekir. Bu durumda yüzeylerden biri diğerine göre göze daha yakındır. Küçük küre yüzeyindeki yansıma noktası D olduğuna göre CD hattı uzatılarak E noktasında büyük yüzeyi kesmesi sağlatılır. Sonra CZ kesit yay düzlemi genişletilerek büyük küre yüzeyindeki büyük EV kesit yayı elde edilir. Eğer EB ve EA hatları çekilirse, $\angle (BEC) > \angle (CEA)$ olduğundan, B parlak cisim noktasını A gözüne yansıtan nokta E noktası olamaz. Bu durumda H yansıtma noktası ya E ve V noktaları arasında ya da E noktasının üzerinde bir yerde olmalıdır.



Şekil 3

Ancak B noktasını E noktası arkasındaki bir (F)³⁰³ noktasına bağlayan tüm BF hatları BE hattından küçük ve tüm AF hatları AE hattından büyüktür. E ve V noktaları arasındaki H noktası için durum tersinedir. F yansıma noktası E noktasının üzerinde bulunamaz, aksi halde $BF / AF < BE / AE$ olur. Ayrıca açıortay teoremi gereği $BE / EA = BC / CA$ olması gerektiğinden $BF / AF < BC / CA$ olacağından BE / EA oranından büyük olur. Buna göre eğer yansımanın E noktasından A noktasına gerçekleşmesi isteniyorsa E noktasının geride kalması ve H noktasının E ve V arasında olması gerekir.

Dış kürenin üzerinde oluşan gökkuşağı yayının küçük küreye göre arza daha yakın algılanmasının gerçek nedeni budur. Renklerin daha soluk olması gerekir zira görüntü göze daha yakın bulunan bulut kütleleri tarafından zayıflatılır. Buna göre küçük yayın büyük yaya göre daha zayıf olması gerekir; ne var ki bu husus gözümüzün algıladığı görüntüyle çelişir.³⁰⁴ Bunun için şu söylenebilir: Işınlardan yağmur zerreciklerinin arasından ilerlemelerini sürdürür ve buradan geri yansır. Mesafenin artması ışınların zayıflamasına neden olur. Biri üstteki bulutlarda yağmur

³⁰³ Özgün metinde E noktası üzerindeki bir nokta için herhangi bir harf öngörülmemiştir. Burada karıştırmamak amacıyla F harfi kullanılmıştır.

³⁰⁴ Gerçekte ikinci yay İbnü'l-Heysen tarafından varsayıldığı gibi ikinci bir bulut kütleleri nedeniyle gerçekleşmez. Gerçekte düşük varış açılarında ışınların yağmur zerreciklerinde bir ikinci kez yansımasına neden olur. Bu ikinci yansımanın gerçekleşmesi halinde renkler zayıflar ve tayf ters yönde sıralanır.

zerreciklerinin daha iri olduklarından etkilerinin zayıflatma yönünde olduğunu ileri sürebilir. Bunun böyle olmadığını söyleyebilirim.³⁰⁵

Ona göre:

Hâle: Dairesel gözlemlendiğinden daire şeklindeki bulutun üzerinde bir daire bulunduğunu varsaymamız gerekir. Bu durum bir düzlemsel, dışbükey ya da içbükey yüzeyde gerçekleşebilir. Fiziksel nedenlerden havanın özellikleri göz önünde bulundurulduğunda, burada bir içbükey küre söz konusu olduğu ve içbükey yüzeyin göze doğru yönelik olduğunu varsayabiliriz. Önceki incelemeler göz önünde bulundurulduğunda bulutu o şekilde olmalı ki parlak cisimden gelen ışınlar bir daire boyunca gözün bulunduğu bir noktaya doğru yansımalıdır.

İlkin bu gök görüntüsü sadece bir bulut bizimle parlak cisim arasında bulunduğu zaman ortaya çıkar. Parlak cisim karşımızda hâlenin ortasında, arada başka bir şey bulunmaz gibi görünür. Görüntünün üzerinde olduğu bulut o kadar incedir ki parlak cisim arkasından görülür. Parlak cismihâlenin ortasında yansıyan bir ışın olarak görülemez. Doğru ışın yönünden gelen ve bulutta yansıyan ışınlar göze yansıma noktasında hâle olarak görülür. Bu ışınlar bir görüntü oluşturduğunda bu görüntü ışınların geldiği yönde ve kırılma noktalarında oluşur.

Buna göre bulut, parlak cisimden gelen ışınlar kırılarak cismin merkezine bakan göz tarafından cismin etrafında bir daire şeklinde görülecek biçimde olmalıdır. Her ikisi aynı anda görülür. Şu halde görüntü ışınların tümü dairesel bir hat boyunca tek bir noktaya doğru kırıldığında görülür, bu noktaların konumu merkeze göre aynı olmalıdır. Bunun mümkün olabilmesi için de parlak cismin bu dairenin ya da hâlenin ekseninde bulunması gerekir. Göz bu eksenin üzerine gelince küre yüzeyini aşarak yoluna devam eden ışınlar göze ulaşır. Kırılan tüm ışınlar bu eksen etrafında yer alır. Parlak cisim bu kırılan ışınlar sayesinde belirli bir açıda merkeze belirli bir mesafede görünür. Bulut merkezinin orta noktası ve eksenin doğrusal uzantısı parlak cisimde son bulur. Bu bulut parçasına dik ışınlar sayesinde parlak cisim görmek mümkündür. Cismin dairesel yansımayla da görülebileceği tarafımızdan kanıtlanacaktır. Kırılma sonucu (*in 'itâf*) parlak cisim görülmez, çünkü parlak cisimden gelen dik ışınlar

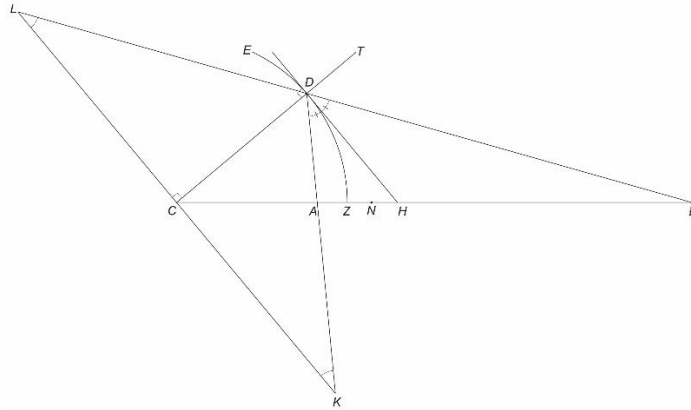
³⁰⁵ Ayrıca bu açıklamalar tayfin neden ters sıralandığını da açıklamaz.

kırılmaz ve dik olmayan ışınlar ise açıkça dik yönden saptırılır. Bu nedenden parlak cisimden gelen ışınlar göze değil diğer yöne doğru yansır.

Şüphesiz bulut çapı boyunca bulut parçacıklarının düzgün sıralanmış olmaları koşuluyla yansıma sonucu oluşan görüntü bu şekilde gerçekleşir. Göz ve bulut merkezleri çok ender eşleşir, aksi halde kırılmanın gerçekleşmeyeceği açıktır.

Bana göre: Bu gerçekleşmeme durumu parlak cisim ışınlarının tek bir yansımayla göze ulaşma kısıtlamasında yatar. Ancak ilerde kanıtlayacağımız gibi yansımaların çok sayıda olması halinde de bu olay gerçekleşebilir.³⁰⁶

Ona göre: Yansıma nasıl gerçekleşir? *EDZ* yayının bir küre üzerinde olduğunu, gözün *A*, parlak cismin *B* ve bulut merkezinin *C* noktasında bulunduğunu varsayalım (*Şekil 4*). Kanıtlayacağımız gibi görüntünün olabilmesi için *C* noktası, *A* noktasının gerisinde kalacak şekilde, *BZAC* hattını çizelim. Bulutun küresel biçimini koruduğunu düşünelim; bu durumda *CZ* kürenin yarıçapını, *AZ* bulut mesafesini, *AB* ise parlak cismin gözden mesafesini ifade eder. Daha önce kanıtlandığı gibi $AZ < CZ = CD$ ve $CZ < CB$ ilişkileri geçerlidir. Ancak *B* parlak cisim çok uzakta olduğundan $AC / AZ > BC / BZ$ (≈ 1) yazılabilir. Yer değiştirilir $AC / BC > AZ / BZ$ ve orantının tersi alınırsa $BZ / AZ > BC / AC$ elde edilir.



Şekil 4

Eksen üzerinde $HB / HA = BC / AC$ olacak şekilde bir *H* noktası belirleyelim ve bu noktadan daireye *D* noktasında teğet olan *HD* hattını çekelim. Sonra *BD*, *AD*, *CD* hatlarını çekelim ve sonuncu *CD* hattını *T* noktasına kadar uzatalım. Bu durumda

³⁰⁶ Bu kanıt Kemâleddin el-Fârisî'nin daha sonraki döneme ait bir incelemesinde de bulunur.

B noktasından gelen ışının *CDT* doğrusu tarafından *A* noktasına yansıtıldığı kanıtlanabilir.

Bunun için *CD* hattına dik *KCL* hattını çekelim. Bu hat *BD* hattını *L* ve *DA* hattını *K* noktasında keser. *HD* hattı daireye teğet olduğundan $HD \perp CD$ ve $KC \parallel HD$ yazılabilir. Koşul gereği $BC / AC = BH / AH$ ya da $BC / BH = AC / AH$ ilişkisi geçerlidir. Ancak $KC \parallel HD$ olduğundan $\Delta (ACK) \approx \Delta (AHD)$ benzerliğinden $AC / AH = CK / DH$ ya da bir önceki oran gereği $BC / BH = CK / DH$ yazılabilir. Ayrıca $\Delta (BLC) \approx \Delta (BDH)$ benzerliğinden $BC / BH = CL / DH$ yazılabildiğine göre önceki oranla karşılaştırılırsa $CL = CK$ olduğu görülür. Şu halde $\angle (CLD) = \angle (CKD)$ olur. Ancak $\angle (CLD) = \angle (HDB)$ ve $\angle (CKD) = \angle (KDH)$ olduğundan $\angle (BDH) = \angle (KDH)$ eşitliği yazılabilir. Buna göre kanıtlamak istediğimiz gibi *BD* ışını *CDT* tarafından *A* noktasına yansıtılmış olur.

Başka hiçbir ışın *D* noktası dışında bu şekilde *A* noktasına yansıtılmaz. Bir an bunun mümkün olduğunu varsayalım ve bu ikinci noktadan daireye çekilen teğetin *AB* hattını *H* noktası yerine *N* noktasında kestiğini düşünelim. Bu kanıtın sonunda $AB / AM = AB / AH$ olması gerekir ki bu mümkün değildir.

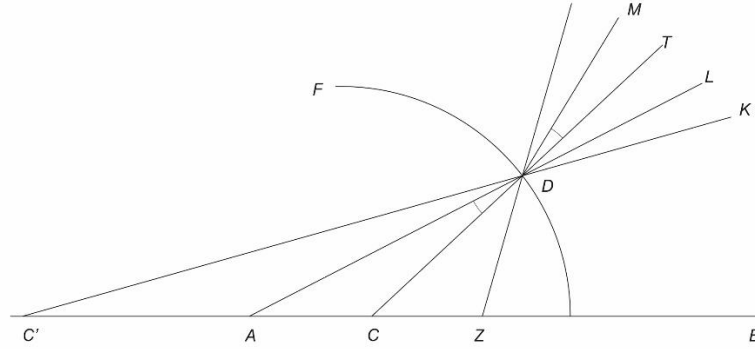
Eğer *BC* eksenini sabit tutulur ve *BDC* üçgeni bunun etrafında çevrilirse, *D* noktası küre üzerinde bir daire çizer. Bu daire üzerinde *B* noktasından gelen tüm ışınlar *A* noktasına yansıtılır. Diğer bir deyişle, bulut üzerinde *CDT* çap doğrusu boyunca yönlendirilmiş bulunan parçacıkların yüzeyleri, ışınları *A* noktasına yansıtır.

Parlak cismin rengi daha önce olduğu gibi yansıma noktasında belirir. Paralel ışınları yansıtan yüzeyinin boyutu parlak cismin boyutuna uygun olması gerekir. Boyut yetersizliği bulutun derinliğinde kendini belli eder. Bu nedenden dolayı renk bulut yüzeyinde belirli bir genişlikle gözlenir. Gözlenen konum olayın olduğu fiziksel yere karşı düşer.

Bulutun merkezi daha önce ifade edildiği gibi sadece parlak cisimle gözü birleştiren düz hat üzerinde yer alır. Merkez gözün üzerinde ya da gözle bulut arasında verilenin dışında herhangi başka bir konumda bulunamaz. Diğer durumlarda *H* noktası yayın dışına düşmez ve uygun bir yansıma gerçekleşmez. Eğer bulut

merkezi gözün bulunduğu A noktasıyla çakışırsa, parlak cisimden gelen ışınlar küre yüzeyine teğet geçerek yollarına devam ederler.

Bulut merkezinin gözle bulut arasında bulunması halini şekil üzerinde ayrıca tartışalım (Şekil 5). DA ışınını, CD yarıçapını ve T uzantısını çizelim. Eğer AD ışını CDT doğrusu tarafından yansıtılmışsa MD doğrusu yönünden gelmelidir. Eğer nemli bulut kütesine nüfuz etmişse LDA ışını gibi davranmış olmalıdır, eğer kırılarak ulaşmışsa KD yönünü izlemiş olmalıdır. Her üç durumda da ışının B noktasından A noktasına yansımaları mümkün değildir. Buna göre C' merkezi sadece A noktasının gerisinde yer alabilir.



Şekil 5

Böylece gökkuşağı ve hâle konusunda kanıtlamak istediğimiz hususların sonuna gelmiş bulunmaktayız. Bu incelememizde amacımız matematiğin gerekli kıldığını ve fiziğin izin verdiğini bir araya getirmektir. Bunu başarmış bulunuyoruz.

Bana göre: Bulut iki kısma ayrılarak hale oluşmadığı sürece yansıma sadece bu doğru boyunca sıralanmış bulunan yağmur zerreciklerinde gerçekleşebilir. Her bir zerre bu doğru ya da saptırılmış hat boyunca yer alır; bu durumda görüntü gözden geçen bu yönlerin biri boyunca oluşan yansımalar sonucuyla gerçekleşmesi mümkündür.

Yansıma türlerinin tartışıldığı önceki şekle dönelim. CD hattını çekelim ve C noktasında CD yarıçapından daha büyük bir daire çizelim. Bu daire çevresindeki bir noktada B parlak cisimine ilişkin bir ışın A noktasına yansır. Bu nokta, gökkuşağının yedinci itirazında tartışıldığı gibi, CD ve HD arasında bir yerde bulunur. Eğer F

yansıma noktası C noktasına bağlanırsa, belirli bir genişliği olan, aynı yöne yönlendirilmiş parçacıklarda olduğu ve CDT doğrusunda kanıtlandığı gibi, B görüntüsünün A noktasına yansıtıldığı gösterilebilir. Bu husus C merkezli ve yarıçapı CD 'den daha büyük olan her daire için geçerlidir. Daire büyüdükçe, çevresindeki F yansıma noktası HC yönüne yaklaşırken CD yönünden uzaklaşır. Bunlar arasındaki mesafe CF ile CD ve CH arasındaki açıyla ölçülür. Benzer bir davranış daire çapının CD 'den küçük olması halinde gözlenir, ancak bu durumda yansıma noktaları CD 'nin H durumundakinin aksi tarafında bulunur.

Bana göre dairesel görüntünün oluşma nedeni parlak cisimden gelen ışınların, büyük bir olasılıkla her ne kadar görülmeseler de, bulut çapı yönünde dizili olan parçacıklar tarafından yansıtılmış olmasıdır. Yansıma bu şekilde gerçekleşmesi halinde, gözlenen hale genişliği küçük olsa da gerçek hale çemberi genişliğinin görünenden birkaç mil daha büyük olmalıdır. Genişlik bulut derinliğiyle değişir.

Bazen güneş hâlelerinin dış çevresinde tıpkı gökkuşağında olduğu gibi belirgin bir mavi (*zurka*) görülür; açıklanan prensip buna uygun değildir. Bu yaklaşım genişliğin artmasını gerektirmez. Bahsedilen husus burada geçerli olan ışığın şiddetiyle ilişkilidir.

Bu her iki gök görüntüsünün teyidiyle ilgili bir incelemedir.

“Ben bu incelemeyi *İbnü'l-Heysem*'in kendisi tarafından yazılmış olan bir kopyadan yazdım. Üzerine yazarın kendi yazısıyla şunlar yazılıydı (*şûra*): Bu kitap *el Hasan ben el Heysem* tarafından yazılmış, şekillendirilmiş ve gözden geçirilmiştir. Kendisi bu incelemeyi 419 yılının Recep Ayı'nda yazmıştır (Haziran/ Temmuz 1014)”.

SONUÇ

Bu tez İbnü'l-Heyssem'in optik fizik ve matematik bilimlerini sentezleyerek gökkuşağı hakkında geliştirdiği teorilerini ortaya koyarak bilim yöntemini ve bu yöntemi takip eden yüzyıllardaki etkilerini incelemeyi amaçlar. İbnü'l-Heyssem'in eserleri hakkında alanında uzman bilimciler tarafından yapılmış detaylı bir inceleme bulunmamaktadır. Matematik, geometri, fizik, optik gibi alanların bilim tarihçileri, İbnü'l-Heyssem'in çalışmalarını genel bir şekilde yorumlamakla iktifa etmişler. İbnü'l-Heyssem'in optik alanında yaptığı başarılı çalışmaların etkisi hala devam ederken, gökkuşağı hakkında yazdığı risalesi de bir o kadar kaynak metin olma özelliğini ve kendisinden sonraki bilim adamlarını etkileme muvaffakiyetini muhafaza etmiştir.

Gökkuşağının hikâyesi ne kadar doğru ve ne kadar sürerse sürsün, salt gözlemin insanı bu fenomeni anlamaya çok fazla götüremeyeceğini gösteriyor. Yay, yoğun çalışma için çok zor, uzak ve geçicidir. Acil olarak ihtiyaç duyulan şey, yayı daha somut hale getirmenin bir yoluydu onu laboratuvara götürmek. Bunu yapma dürtüsü hissedildiğinde gökkuşağı artık, yakın bir mesafeden incelenebilirdi. İnsanlar bulutları yayı oluşturan yer (kaynak) olarak düşündükleri sürece, uygulanabilir hiçbir laboratuvar çalışması yakın görünmüyordu. Gökkuşağı açıklamaları genellikle yağmur damlalarına atıfta bulunur, ancak genellikle önemli görünen damlaların bütünüdür. Yayın renkleri, bir su küresinin ürettiği spektrumdaki renklerle kıyaslandığında, küre, buluta veya bir damla kümesine denk geliyordu. Avrupa'nın diğer bölgelerinde olduğu gibi burada, İbn-i Sînâ ve İbn-i Rüşd'ün felsefesi, İbnü'l-Heyssem'in optiği, Aristoteles'in meteorolojisiyle birleşerek, gökkuşağı teorilerinin daha sonra ilerlediği yeni ve daha geniş bir matris üretilmesinin zeminini oluşturmuştur.

Gökkuşağı fenomenini incelerken varılan sonuçlardan en önemlisi klasik ve modern dönem olmak üzere ikiye ayrılmasıdır. Klasik dönemde kırılma-yansıma gibi kavramların üstünde durarak konuya açıklık getirmeye çalışan bilim adamları ön plana çıkarken; modern dönemde ise elde edilen bilgilerin sonucunda konuyu kavramaya, izah getirmeye ve nesnel sebep-sonuç ilişkisini apaçık deneysel

yöntemlerle açıklmaya yönelik çalışmaların ve keşiflerin meydana gelmesi metodolojik farklılaşmaya ve bilimdeki atılıma örnek teşkil etmektedir.

Gökkuşağı ile ilgili tüm araştırmalar insanlık tarihi kadar eskidir. İnsanlar çağlar boyunca gökkuşağının oluşumu konusuna ilgi duymuşlar ve renklerin meydana gelmesi noktasında ihtilafa düşmüşlerdir. Gökkuşağını ilk inceleyen bilim adamı Aristoteles olup, onun tarafından ele alınmakla birlikte Müslüman bilim adamlarının da düşüncelerinden geçerek modern Batı'ya kadar ilerlemiş ve en son Kepler, Descartes ve Newton, gökkuşağı hakkındaki bilimsel açıklamalara son noktayı koymaya çalışmışlardır.

Gökkuşağını anlatırken, elbette, optik ilkelerinin çoğunun gelişimini anlatmakla beraber önemli bir ölçüde bilimin tarihi de yazılmıştır. İbnü'l-Heysen, muhtemelen kendi geometrik çalışması ve küresel aynalardaki yansımalarla ilgili optik incelemelerin bu bölümlerini inceleyerek, gökkuşağının anahtarının yağmur damlalarının küreselliğinde olduğu sonucuna vardı.

Güneş ışığı yağmur damlalarıyla dağıldığında, gökyüzünün belirli kısımlarında neden renkli yaylar belirliyordu? Bu hassas sorunun cevabı matematiksel fiziğin tüm kaynaklarını gerektirdi. Gökkuşağı, iki kültür arasında bir köprüdür: şairler ve bilim adamları, uzun zamandır onu tanımlamaya zorlanmışlardır. Bilimsel tanımlamanın genellikle geometrik optikte basit bir problem olduğu varsayılır, bu problem uzun zaman önce çözülmüş olan ve bugün sadece tarihsel bir alıştırma olarak ilgi gören bir problematiktir. Tatmin edici bir niceliksel gökkuşağı teorisi sadece son yıllarda geliştirildi. Dahası, bu teori geometrik optikten çok daha fazlasını içerir, ışığın doğası hakkında bildiğimiz her şeye dayandırılır.

Hem renklerin vizyonunu hem de renklerin değerlerini dikkate alarak, doğa tarihi ile insanlık tarihini bir araya getirmeyi amaçlamakta olduğu söylenebilir. Evrimi dikkate almanın insan doğası ve kültürel kalıpların etkileşimlerini anlamaya katkıda bulunduğunu varsayar. Çalışma, renkli görmenin doğasını ve gelişimini ya da "gökkuşağının evrimsel dokuması" olarak düşünülebilecek şeyi inceleyerek başlıyor. Gökkuşağının tarihsel iç içe geçmesi, Japonya, Çin, Batı Asya ve Avrupa gibi Avrasya toplumlarının yelpazesine bakılarak araştırılmıştır.

Doğal olmayan gökkuşağının doğasına ilişkin veriler, gökkuşağının ışık olarak karakterine ve ışığın ürününe yapılan vurgulara dayalı olarak meteorolojik hesaplarda verilmektedir. Gökkuşağının ışık olarak bu teması, yukarıda bahsedilen teolojik yazılarda çok netleşmiştir. Dolayısıyla, basitçe renk açısından tanımlanmak yerine, ek bir nitelik, yani ışık veya parlaklık da önemli unsurlar olarak algılanır. Kaynakları kabul etmedeki samimiyeti, bariz benzerliklerden yoksun olması ve dikkat çekici yenilikler, çalışmalarının on dördüncü yüzyıldan bağımsız olduğunu gösterecekti. 1814'te tarihçiler ve bilim adamları, gökkuşağının geometrik açıklamasının  yz yıldan fazla bir süredir nicel yn dışında tm ynleriyle araştırıldığı/anlaşıldığı için şaşırdılar.

KAYNAKÇA

- Adam, J. A.** (2002). "Like a Bridge over Colored Water: A Mathematical Review of The Rainbow Bridge: Rainbows in Art, Myth, and Science", Notices of the American Mathematical Society, C. 49, No. 11.
- Adam, J. A.** (2002). "The Mathematical Physics of Rainbows and Glories", Physics Reports, C. 356, No. 4.
- Boyer, C. B.** (1987). **The Rainbow, from Myth to Mathematics**, Princeton, New Jersey.
- Boyer, C. B.** (1950). "Kepler's Explanation of the Rainbow", American Journal of Physics, C. 18, No. 16.
- Boyer, C. B.** (1952). "William Gilbert on the Rainbow", American Journal of Physics, C. 20, No. 7.
- Boyer, C. B.** (1952). "Descartes and the Radius of the Rainbow", Isis, C. 43, No. 2.
- Boyer, C. B.** (1954). "Robert Grosseteste on the Rainbow", The University of Chicago Press, C. 11.
- Boyer, C. B.** (1956). "Refraction and the Rainbow in Antiquity", Isis, C. 47, No. 4.
- Boyer, C. B.** (1958). "The Tertiary Rainbow: An Historical Account", Isis, C. 49, No. 2.
- Boyer, C. B.** (1958). "The Theory of the Rainbow: Medieval Triumph and Failure", Isis, C. 49, No. 4.
- Chergui, Majed.** (2020). "Optics and Arabic Science", Europhysics News, C. 51, No. 3.
- Corradi, Massimo.** (2016). "A Short History of the Rainbow", Lett Mat Int, C. 4.
- Fazlıoğlu, İhsan.** (2005). "MİRİM Çelebi", Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi (DİA), XXX.

- Finlay, Robert.** (2007). "Weaving the Rainbow: Visions of Color in World History", *Journal of World History*, C. 18, No. 4.
- Freiberg, Theodoric.** (1974). "On the Rainbow", translated and annotated by William A. Wallace, Edward Grant" *A Source Book in Medieval Science*" Harvard University Press, Massachusetts.
- Greenler, Robert.** (1990). **Rainbows, Halos, and Glories**, Cambridge University Press.
- Hamshere, Peter.** (1988). "The Rainbow from Myth to Mathematics", *The Mathematical Gazette*, C. 72, No. 461.
- Hogendijk, Jan P.** (1985). **Ibn al-Haytham's Completion of the Conics**, Newyork, Springer-Verlag.
- Ivanov, Dragia Trifonov and Nikolov, Stefan Nikolaev.** (2016). "A New Way to Demonstrate the Rainbow", C. 54.
- James, Liz.** (1991). "Colour and the Byzantine Rainbow", Cambridge University Press, C. 15, No. 1.
- Joseph, Würshmidt.** (1914). "Die Theorie Des Regenbogens und des Halo bei Ibn al Haitam und bei Deitrich von Frieberg", *Meteorologische Zeitschrift (Braunschweig)* 31.
- Lindberg, D. C.** (1976). **Theories of Vision from Al-Kindi to Kepler**, The University of Chicago.
- Lindberg, D. C.** (1966). "Roger Bacon's Theory of the Rainbow: Progress or Regress?", *Isis*, C. 57, No. 2.
- Lindberg, D. C.** (1967) "Alhazen's Theory of Vision and Its Reception in the West", *Isis*, C. 58, No. 3.
- Masic, Izet.** (2008). "Ibn al-Haitham -Father of Optics and Describer of Vision Theory", *Medical Archives*, C. 3, No. 62.
- Multhauf, Robert P.** (?). "The Rainbow", *Isis*, C. 131.

- Nazif Beg, Mustafa.** (1942). *El Hasan bin El Heysem: Buhusuh ve Küşufuh el Basariyye*, Maatbatu Nuri bi-Mısr.
- Nussenzveig, Moyses H.** (1977). “The Theory of the Rainbow”, *Scientific American*, C. 236, No. 4.
- Pincock, Christopher.** (2011). “Mathematical explanations of the Rainbow”, *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, C. 42, No. 1.
- Raynaud, Dominique.** (2016). **A Critical Edition of Ibn al-Haytham’s on the Shape of the Eclipse**, Springer International Publishing.
- Rashed, Roshdi.** (1970). “Le modèle de la sphère transparente et l'explication de l'arc-en-ciel: Ibn al-Haytham, al-Farisi”, *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, C. 23, No. 2.
- Sabra, A. I.** (1981). **Theories of Light from Descartes to Newton**, Cambridge University Press.
- Sabra, A. I.** (1989). **The Optics of Ibn al-Haytham, Books I-III, On Direct Vision**, London.
- Sabra, A. I.** (1994). **Optics, Astronomy and Logic Studies in Arabic Science and Philosophy**, Variorum.
- Sabra, A. I.** (1972). “Ibn al- Haytham” *New Dictionary of Scientific Biography*, C. 6, New York.
- Sayılı, Aydın.** (1984). “İbn Sina’da Işık, Görme ve Gökkuşığı”, *Ibn Sina Doğumunun Bininci Yılı Armağanı*, T.T.K., Ankara.
- Sayılı, Aydın.** (1939). “The Aristotelian Explanation of the Rainbow”, *Isis*, C. 30, No. 1.
- Sayılı, Aydın.** (1940). “Al Qarafi and his Explanation of the Rainbow”, *Isis*, C. 32, No. 1.
- Tiemersma, Douwe.** (1988). “Methodological and Theoretical Aspects of Descartes Treatise on the Rainbow”. *Stud. Hist. Phil. Science*, C. 19, No. 3.

- Topdemir, H. G.** (2002). **Modern Optiğin Kurucusu: İbnü'l Heysem Hayatı, Eserleri ve Teorileri**, Atatürk Kültür Merkezi Başkanlığı.
- Topdemir, H. G.** (2000). "Gök Kuşağı ", Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi (DİA), XIV.
- Topdemir, H. G.** (2000). "İbnü'l Heysem", Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi (DİA), XXI.
- Topdemir, H. G.** (1990). "Kemalüddin el- Farisi'nin Gökkuşağı Açıklaması", A.Ü. Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi, 33, sayı 1-2.
- Topdemir, H. G.** (2002). "Mirim Çelebi'nin Gökkuşağı ve Hale'nin Oluşumu Adlı Optik Kitabı Üzerine Bir Değerlendirme", (Ankara Üniversitesi Osmanlı Tarihi Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi) OTAM, Sayı: 13.
- Turner, Laurence.** (1993). A. "The Rainbow as the sign of the covenant in Genesis IX 11-13", *Vetus Testamentum*, C. 43, No. 1.
- Wiedemann, Eilhard.** (1914). Beiträge zur Geschichte der Naturalwissenschaften. XXXVIII. "Theorie des Regenbogens von Ibn al Haitam" *Sitzungsberichte der Physikalisch- medizinischen Sozietät in Erlangen* 46.
- Url-1** <https://www.encyclopedia.com/science/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/theodoric-freiberg-and-kamal-al-din-al-farisi-independently-formulate-correct-qualitative> (Erişim: 03.03.2021).
- Url-2** <http://www.jphogendijk.nl/ih/ibnalhaytham.html> (Erişim: 04.02.2021).

EKLER

EK A: İSTANBUL ÂTIF EFENDİ NÜSHASI (1714/14)



بسم الله الرحمن الرحيم

قول كرسن بن الميثم في الهاله وقوس قزح

كل معنى يبحث عن حقيقة وإنما يبحث عنه الجنس نوعه ناك
بسطا في نظر بسيط وان كان مركبا في نظر مركب وما ينطق القوس
الى عمل وكثيرا في عينه عند الفلكي يختلف الظنون في الوجود الذي يصح
لكونه الاثر في المسماة الهاله وقوس قزح وهذا الاثر ان يور
ابدا في الهواء الغليظ ويكونان متشكلا في شكل اديم نظام
واحد اما الهاله فيكون اديما على شكل دائرة مالم يعرض لها عارض
يفسدها واما القوس فيكون اديما على قطعة من دائرة فلا
الموضوع لها هو الهواء وجب ان يكون النظر فيها نظرا طبيعيا
ولان شكها مستدير وجب ان تنظر فيها ايضا نظرا فذلك
صا والنظر الذي يبحث به عن حقيقة هذين الاثرين مركبان
طبيعي وتعلمي فينقل فيهما قولنا باختصاص حقيقة بما على نحو ما
يقضي الامور الطبيعية والاصوات العنصرية وحيث هو مطابق
للموجود من امرها واما ما يوجد في الامور الطبيعية عند
التسبيح والاحتراق فكل جسم رطب متكاتف مشف يكون
او مقابلا لجسم مضى او مبلور فانه الناظر اليه يرى الجسم
التي وزاده ويرى ايضا الجسم المقابل اما التي وزاده فلان
الموسط التي بين البصر والبصر جسم مشف واما المقابل
فلا الجسم الرطب الكثيف المشابه الجرا يكون كالمرة التي
يرى فيها كل ما يقابلها وكلما يرى في جسم من الاجسام الرطبة
الكثيفة على كلا الوضوعين فان لونه حينئذ يظهر في الوضع
من سطح الجسم الذي فيه يرى المصور اذا كان الجسم في غاية
الشفيف او سطحه ليس في غاية الملاسة كما يرى في
لا محققا وكلما يرى في الاجسام الرطبة الكثيفة فان لونه يظهر

طبا

ملتبسا بنسبة من لونه الجسم الرطب وكلما كان الجسم شفافا وهدئا
 لونا كان ما يري فيه من الالوان أشد لينا سا واما بوجه الاصل
 التعليلية فكل جسم رطب متكاثف مشرق شعاع البصر فخرج
 على استقامة وان لم يكن عمودا فانه لا ينفذ على استقامة بل ينحرف
 عند الانعقاد الى اجزاء الهواء الخارج من موضع الانعقاد على سطح ذلك
 الجسم وكل جسم رطب متكاثف اقل من شعاع البصر في النهاية
 ابدأ انعكس منه على زوايا المحصور وكل شعاع ينكسر فانما ينكسر
 في السطح القائم ابدأ ينكسر منه على زوايا قائمه وكل شعاع ينكسر
 ويكون على هيئة فانه يدرك ما تلقاه من المصراع اذ رايها صريحا
 وكل شعاع يتغير هيئة بعد الانكسار فيلبيس كبنية كمثل
 ما يدور شعاع منكسر فانه يري على استقامة الشعاع الا
 فكل شعاع ينكسر من سطح في غاية الصغر بالاضافة الى البصر
 فانما ينظر بوجه لونه المصراع شكله واما ما هو موجود من
 هذين الاخرين فانها يوجد ابدان وجود هو اذ غليظ رطب
 كالسحابة واما يقوم مقامه ويوجد ابدان في ذلك الهواء وليس
 كل ما يوجد هو غليظ بل اذا كان جسم من الاجرام المضيئة كما
 مع الهواء الرطب الغليظ وكما انفق بل على وضع محصور
 اما اذا كان الهواء الغليظ متوسطا بين ابصارنا وبين الجسم المضيئ
 وذلك في الهالة واما اذا كانت ابصارنا المتوسطة بينهما وذلك
 في الفوس وليس كل وقت يتفق هذان وعلى هذا الوضع
 ابصارنا وقت دونه وقت الهالة على تصرف الاحوال لا يوجد
 الا في الهواء الغليظ مع حضور الجسم المضيئ فلما كان ذلك
 كذلك وكما من الممكن ان يمرض من اجتماع السحابة والجسم
 المضيئ مثل هذين الاخرين ولم يكن هناك سببا اخر كمثل
 ان ينسب اليه وجب ان يكون الذي منه يتقدم هذان الاخرين

هو السخا او ما يقدم تقاسه واحكام المضي ولما كان ليس ^{مع كل ما وضع}
هذان وجدنا الاثران بل اذا كانا جميعا متقابلين بالبصر والابصار
فيما بينهما وجب ان يكون السبب المقدم لها هو ذلك الوضع
ولانه قد يوجد ايضا هذه كلها ولا يوجد معها هذا الاثران
بل انما يوجدان معا في وقت دون وقت وجب ان يكون ذلك
سبب اخر يتم الاثران لهما كالمواد المتأثر بهذا الاثر مشابه
الاجزاء وليس جميعه متأثر بل جزء منه وعلى وضع مخصوص
لذلك الجزء من ابصارنا كما يلزم في الاجسام الرطبة ان تنعكس
شعاع البصر من سطوحها الى البصر ولا تنعكس الشعاع الا
على وضع مخصوص ومن موضع مخصوص وانما ايضا
لوجه المبصر الموضع الذي تنعكس منه الشعاع وجب من اجتماع
هذه ان يكون ما يظهر من هذا الاثر انما يظهر لا انعكاس
شعاع البصر من الجسم الرطب الى الجسم المضي فالذي
يتم به هذا الاثران مع وجود الهواء الرطب وخصو به
المضي هو ان يكون هيئة السحاب هي الهيئة التي يجبها
ينعكس شعاع البصر من الجسم الرطب الى الجسم المضي وان
يكون وضعا وقت ظهور الاثر الوضع الذي يجب به انما
ينبغي ان يتبع كيف يكون انعكاس شعاع البصر من الهواء
الرطب الى الجسم المضي ويجل اتي وضع يكون ذلك كيف
منه الاثران اللذان ذكرنا فلان الشعاع اذا انكسر انما ينكسر
على زوايا مخصوصة وانما يدرك بعد الانكسار اذا كانا في هيئة
وجب ان يكون الجسم الرطب انما ينكسر الشعاع منه فيدرك
ما يتراى اليه اذا كانت سطحه الملس نظام او مؤلف من سطوح
صغار ملسو الفاذا نظام لانه الطرح الملس قطع
التي يمكن ان يتوهم فيها خطوط يحط مع خطوط الشعاع زوايا

مخصص

مختص ويمكن ان يكون الشعاع ان ينكسر اقبته على هيشتها بعد ذلك
وليس يمكن ذلك غيرها اعني ان الشعاع التي ينكسر من سطح منبسط
المبصرها اذ اتوهنا منها شعاعا يخرج من البصر لنقطه من سطح
وينكسر على زوايا مخصوصة الى نقطتين للمبصر فان الشعاع الذي
سوهه الى جسم الذي ينهي الى نقطتين من السطح على تلك النقطة
فانه ينكسر لنقطه من المبصر الى النقطة الاخرى ويكون الشعاع بعد
الانكسار على هيشتها قبل الانكسار وليس يمكن ذلك السطوح
عند الملس لان اجزاها من الاجزاء الصغار ليس لها قدر عند
كس يكون مختلفة الوضوع بعضها عند بعض لان السطوح
المليمة هي التي لهذه حالها فيكون الشعاع التي ينهي اليها ينكسر
وان انكسر لم يبق على هيشتها لان اوضاع تلك الاجزاء الصغار
مختلفة فيكون اوضاع الشعاع تبعد الكارها عنها مختلفة
ولان السطوح الغير المليمة اعني المولفة من سطوح في غاية
مختلفة الوضوع ليس يعكس عنها الشعاع وان انعكس فمختلف
الوضوع فليس يظهر فيها لونه المبصر ان ظهر كما في غاية الضعف
لان ما يظهر فيه يظهر في كل واحد من السطوح على انفراد وعلى
مختلفة الوضوع والشعاع المتكسر عنها مختلفة الوضوع وهي
الى مواضع مختلفة الالوان متفرقة لا يدرى بها يكون مختلفة الالوان
وكل واحد منها ليس قدرا عند كس فليس في السطوح الغير
مليمة لونه شئ من المبصر وان راى تلك في غاية الخفاء والضعف
ولان الامر في الاجسام الرطبة وسطحها على هذه الحال وان يكون
اجسام الرطب الذي يكون ان يعكس الشعاع ويظهر فيه لونه
هو الذي يكون لله النيام ما اعني ان يكون سطحه ملس او مونا
من اجزاء ملس ليست في غاية الضعف وكلما اشتد النيام والاعراض
التي منها ياتلف اعظم قدرا كلما يظهر فيه اصدق رؤية وايسر توكلا

بعد من الملاء أو صفت الأجزاء الملتصقة بها بالذات كما يظهر
 فيه أشد اشتباهاً واخفى لونا فالأثران اللذان ذكرنا إنما يورثان
 في الهواء الرطب إذا كانا متساويين يمكن أن ينعكس الشعاع
 ويظهر فيه لونه المبصر اعني ان يكون له القيام أما سطح الكرة
 او فيما يليه وهو ان يكون زائجا وفي أجزاء من سطحه يكون
 لكل واحد منها مقدار يحفظ اللون وكما وضع ذلك السطح او
 تلك السطوح المبالغة عند البصر والجسم المضيء الموضع الذي
 يصح منه الانعكاس وكلما كان الهواء المتأثر أشد التماسا كما هذ
 الأثران اصدق لونا فادق تباين ان هذين الأثرين
 انما يكونان من هي الهواء وانعكاس الشعاع منه وظهور
 اللون في سطح الموضع الذي يصح الانعكاس منه وكما الأثرين
 كما يكون الكون سطح مخصوص او سطوح متالفة تالفا مخصوصا
 فقد بقي ان تباين اى شكل كتمل ان يتوسط سطح الهواء الرطب المتأثر
 بهذين الأثرين حتى يكون الجسم منه الذي عنه ينعكس الشعاع
 مستديرا وى وضع هو وضع ذلك السطح فنقول في النور
 ان هذا الأثر اذا كان بغير عرض انعكاس الشعاع من سطح
 الهواء الرطب المهي والانعكاس في قول اثر المبصر وكان
 المبصر انما هو الجسم المضيء والأثر انما هو لونه والشعاع المنعكس
 اذا انما ينعكس من جميع أجزاء الأثران الجسم المضيء وهذا
 الجسم قطعة من دائرة فتشكل سطح الهواء الرطب اذ ان هـ شكل
 يمكن ان ينعكس عنه الشعاع من قطعة دائرة يتوهم فيه
 الى مبصر واحد والسطوح اما ان يتواستوية او محدبة او مقعرة
 على ضربين التمدد والتعقير وليس ينعكس من سطح مستوي
 ولا من سطح محدب الى مبصر واحد الا من موضع واحد وقد ذكر
 الموضع ايضا على حدة ذلك المبصر قد تباين ذلك موضع

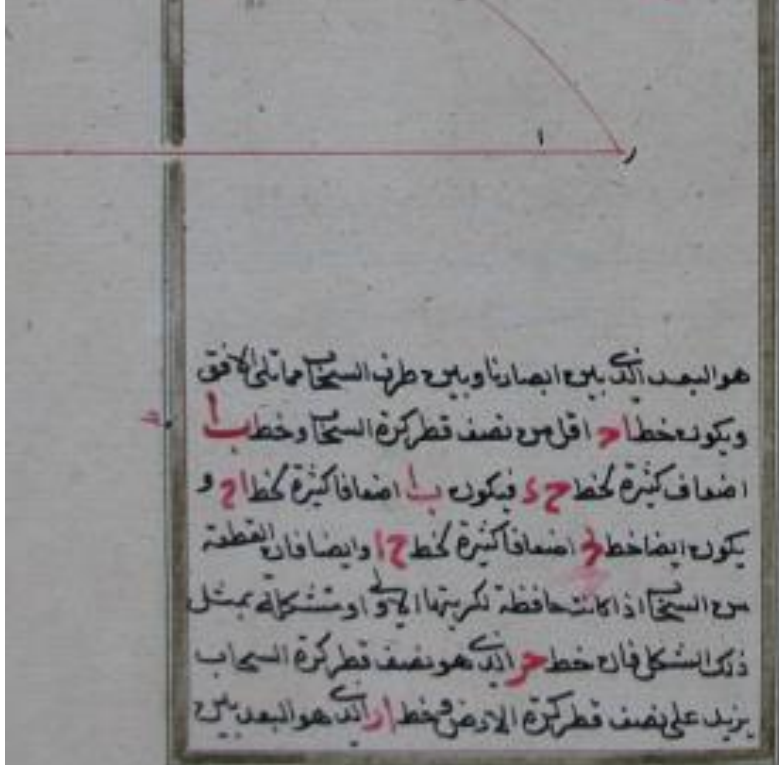
من كلام اصحابنا العالم فليس سطح الهواء المتأثر بهذا الأثر في
 القوس سطحاً ولا محبياً ولم يبق الا ان يكون السطح الذي
 يتأثر بهذا الأثر سطحاً مقعراً يمكن ان يتوهم فيه قطعة من
 دائرة وان كان هذا الأثر ايضا انما هو اجزاء صغار ملس
 مبالغة فيجاء به يكون ثانياً ايضا انما مقعراً بحيث يمكن ان يتوهم
 بجلتها دائرة وان لم يكن جلتهما في غاية الملاين مكرراً الا ان
 الكل هو انك يصح ان يطابق به الموجود من هذا الأثر
 فاما ان كان اجزاء ملساً كانا لهما لانظام لم يصح ان يتعكس
 الشعاع من على نظام ملسية ويجذب فيه ان حلتيم فنية الهواء
 الرطب المتأثر هيئته يكون فيها مقعراً يمكن ان يتوهم فيه
 من دائرة ويكون اما املا او مؤلفاً من اجزاء ملس بالغا
 يكون بجلته مقعراً وانواع التقعير الذي يمكن ان يتوهم فيه الدوائر
 وقطع الدوائر تجلته الا ان اشدها انظاما واسببها بالموجود
 من اجزاء العالم واولها بما يتوهم هذا الجسم منتزعا به هو شكل
 الكون اذ كان ذلك هو شكل الهواء او شكل الماء او شكل اجزاء العالم المحيط
 بالهواء ولان البحار ايضا انما يرتفع من سطح كروي الى سطح كروي
 وعلى وجه واحد من جميع الجهات وجب ان يكون كروياً مركزه
 العالم وكل قطعة منه هيئته بهذه الهيئة او قوساً منها فالاشبه ان يتوهم
 تقعير الهواء الرطب المتأثر بهذا الأثر تقعيراً كروياً ولست اريد بقوله
 كروياً ان يكون سطح الا ان ملس بهذه الصفة لا يجوز غيره بل يقع ان
 يكون في تصاعيف سطح ملس او اجزاء ملس منتظمة انظاما
 يكون بجلته كروياً وان لم يكن في غاية الملاين لانه سطح الا ان قوامه
 فلهذا الهواء الغليظ الرطب كالسبحا وما يحركه بحركته ينشأ
 ولا لازم لكما والحد بل قد يحركه وينزاحه وينتقل من جهة الى جهة

لما تحركه من الاجرام المحيطة به واذا تحرك وتراحم كما محتملا ارج
 وضعا وتغير وضع اجزائه بعضها عند بعض فبما يبقى كبريته منتظمة ولا
 وضع جميعه عند المركز الاول وضعا واحدا وان كان بالجوالة
 على الارض فالسحابة ليس بعد عن الارض بعدا كثيرا بل بعدة من
 جميع جهتها بعد يسير فاما كلاً وضعا وتغيره بالحرارة والاشعاع والاصطكاك
 ويكون مع ذلك مشتملا على الارض فان جميع اجزائه حينئذ يكون
 مختلفة الوضع اعني ان كل قطعة منه غير متصلة بالقطعة التي يليها
 ايضا لا منتظما كبريا فان كان من هذه القطع ما هو على انفرادة خاصة
 كثيرة فان مركزه ينقل بانعاله وتغير وضعه وذلك كما هو في موضع
 التراحم والاشعاع والاصطكاك لان هيئة الاولي ليست كذلك
 هذه الحال فاذا كانت قطعة من حافظه لكبريتها فانه يمكن ان يتوهم
 منها قوس من دائرة يمكن ان ينعكس منها الشعاع وبالجملة
 فانه اذا انفق ان يشكل قطعة من السحابة كل كرتي او يكون
 في نضاه عيفة اجزائها بالمتشكلة بهذا الشكل فان ذلك يمكن منه
 ولكن ليس كل الكواضع التي يكون للمركز يحتمل ان ينعكس
 مع الشعاع من السطح الكروي الى الجسم المضى بل اذا كان
 وضع مركز القطعة من السحابة على الخط المستقيم الذي يصل
 بين ابصارنا وبين الجسم المضى ويكون فيما بينهما وذلك كبري
 الذي دعانا الى ان نعتقد ان السحابة قد يتغير مركزه بالحرارة والاصطكاك
 اذا كان هذا الوضع فقط هو الذي يصح معه الاتصاف الى الوضع والحد
 وهذا الوضع هو وضع مركز السطح الكروي الذي يمكن ان يطرأ فيه
 القوس ولانه السحابة قريب من الكواضع وليس بينه وبين سطح الارض
 بعدا كثيرا والمضى متباعد جدا عن الوسط خاصة اذا كان
 هو الشمس يكون البعد الذي بين ابصارنا وبين المضى
 اصغافا كثيرا ينصف قطر كرتي السحابة ونصف قطر كرتي السحابة

ليس

130

ليس يزيد على نصف قطر كرة الأرض مقداراً كبيراً فإذا ما
 مركز السحابة على الخط **ا** الذي يصل بين الجرم المضيء وبين ابصارنا
 كان البعد **ا** الذي بين المضيء وبين مركز السحابة ضعفاً كثيراً
 للبعد **ا** الذي بين مركز السحابة وبين ابصارنا وكان هذا البعد
ا الذي بين مركز السحابة وبين ابصارنا أقل من نصف قطر السحابة
 ويرسم ذلك على طريق المثال ليكون أقرب إلى الفهم فيكون خط
ا ب الخط الذي يصل بين ابصارنا وبين الجرم المضيء ونسوقه
 في سطح الأفق ويكون موضع ابصارنا موضع **ب** ويكون
 مركز السحابة نقطة **ح** ونسوق قوساً في القطعة من السحابة
 التي مركزها **ح** ويكون قوس **د ر** ويجزئ خط **ب ح** إلى
 القوس **ب د** فيكون خط **ح ر** نصف قطر كرة السحابة
 خط **ا ب** نصف قطر ذلك الجرم المضيء فيكون خط **ا ب**



هو البعد **ا** الذي بين ابصارنا وبين طرف السحابة مما يلي الأفق
 ويكون خط **ا ح** أقل من نصف قطر كرة السحابة وخط **ا ب**
 ضعفاً كثيراً لخط **ح د** فيكون **ب د** ضعفاً كثيراً لخط **ا ح** و
 يكون أيضاً خط **ح د** ضعفاً كثيراً لخط **ا ح** وإيضاً فإن القطعة
 من السحابة إذا كانت حافظة لكرتها إلى الأبد أو متشكلة بمثل
 ذلك الشكل فإن خط **ح ر** الذي هو نصف قطر كرة السحابة
 يزيد على نصف قطر كرة الأرض وخط **ا ب** الذي هو البعد بين

بين وبين اخرها يقع عليه البصر السخا هو خريسير ^{من نصف قطر}
 كثر الارض وان كان في غاية البعد وان جوزنا ان يتوخط **اب**
 مقدار اعظما فيلسن يلزم انه يتوخط ابدأ في غاية العظم بل قد يكون
 يكون في بعض الاوقات ايسيرا وان كان في بعضها كثيرا اذا ^{السخا}
 من الارض يختلف في القرب والبعد اختلافا كثيرا وخط **اب**
 قد يمكن ان يكون في بعض الاوقات ايسيرا من قطر كثر الارض
 فيمكن ان يكون خط **ار** خريسير من **مر** فيكون اصغر
 من **ار** ويكون نسبة **ب** **ر** الى **ار** اعظم من نسبة **ر** **ج** الى **ار** وقد
 ايضا ان كان خط **مر** متاطعا للاق مثل **اه** وكانت **س** **ا** **و** **ا** **ا**



على حالها اعني بعد السخا ذلك هو **ار** هو ذلك البعد ونصف
 قطره هو ذلك القدر وبعد المضي هو ذلك البعد فانه
 يلزم ايضا انه يكون نسبة **ب** الى **ار** اعظم من نسبة **ر** الى **ار**
اه يكون حينئذ قطرا ويكون **اه** اصغر من **اب** و **و** **ع** على
 حالهما يكون نسبة **ب** الى **ار** اعظم بكثير من **ر** الى **ار** **ا** **ا** **ا** **ا** **ا** **ا** **ا**
مر **ه** فنقول الا ان السخا اذا تشكل بشكل كروي من اى كثر
 كانت ويجعل اى نحو كما تشكل بعد ان يتوخطا فظ النظام الكروي و
 مركزه على الخط الذي يصل بين ابصارنا وبين اجرم المضي
 وفي ابصر ابصارنا والمضي وكما بعد المركز من اجرم المضي
 اكثر من بعد المركز من ابصارنا وكما بعد المركز من ابصارنا اكثر

من

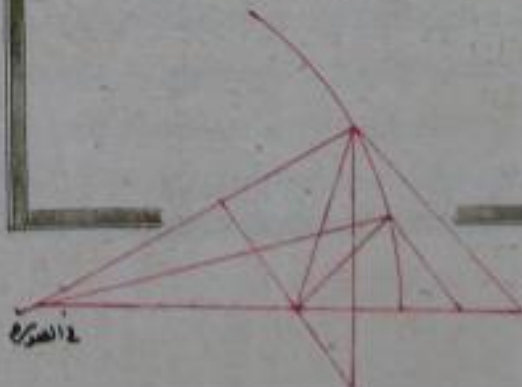
من بعد ابصارنا من السطح فان الشعاع ينعكس الى الجرم المضي
ويظهر فيه الاثر وهذا الوضع يختلف في البعد والقرب فخط **ا**
يكون يتوسط في بعض الالات جزء من نصف قطر كرتي الارض فيمكن ان
يكون خط **ا** جزايسر من **ا** فيكون نسبة **ب** الى **ا** اعظم
من نسبة **ج** الى **ا** وهذا الوضع هو كذلك اذا انفق ان يكون ان ينعكس
مع الشعاع من السطح الى الجرم المضي فاما باقية المواضع فليست
ذكية فيها ونسبها ان لا يمكن فلنفرق من السطح المقعر الذي منتهى
الانعكاس ويحل الوضع الذي منه يصح الانعكاس ونسبها كيف
ينعكس الشعاع منه وكيف يتأثر فيه الاثر ثم سنع ذلك بالوضع
الذي لا تقع فيها الانعكاس فليكن خط **ا ب** الخط الذي يصل بين
ابصارنا وبين الجرم المضي **ب** وليكن موضع ابصارنا او موضع
الجرم المضي **ب** وليكن نقطة **د** مركز السطح الكروي الذي في السطح
المتاثر ونسوق في السطح الكروي قوسا من دائرة وليكن قوس **د ه**
ويخرج **د** حتى يلتقي على نقطة **د** فيكون نسبة **د** الى **ا** اعظم
من نسبة **ج** الى **ا** كما تبين ونطبق نقطة الانعكاس فيجعل
خط **د** مثل **ج** افلان نسبة **د** الى **ا** اعظم من نسبة **ج** الى **ا** يكون
نسبة **د** الى **ا** اعظم من نسبة **ج** الى الخط ويكون نسبة **د** الى **ا**
اعظم من نسبة **ب** الى **ا** وليكون نسبة **د** الى **ا** كنسبة **ب** الى **ا**
وتوهم **د** يماس الدائرة فاقول ان نقطة **د** هي نقطة الانعكاس
برهان ذلك اننا نصل خطوط **ا د** **د ب** **د ج** ونخرج **د** الى
د فلان نسبة **د** الى **ا** كنسبة **ب** الى **ا** يكون نسبة **د** الى **ا**
كنسبة **د** الى الخط يكون نسبة **د** الى **ا** كنسبة **د** الى الخط
فاذا ابدلتنا يكون نسبة **د** الى **ا** كنسبة **د** الى **ا** ونسبة **د** الى **ا**
الى كنسبة **د** الى **ا** ونسبة **د** الى **ا** كنسبة **د** الى **ا**
د الى **ا** فخط **د** مثل **ج** وان **د** الى **ا** كنسبة **د** الى **ا**

د

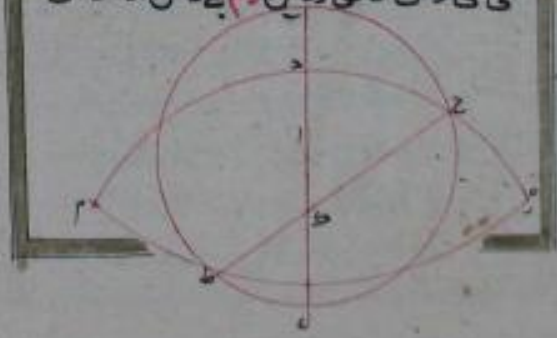
يكون **د** عمودا على **ك** و **ك** مثل **د** فثلث **ك** **د** **ج** مثل مثلث
د **ك** **ج** فزاوية **ك** **د** **ج** مثل **د** **ك** **ج** ولان **د** قطر يكون زاوية **د** **ك** **ج**
 التي يحيط بها المقطر والمحيط وزاوية **د** **ك** **ج** قد تبين انها مثل زاوية
ج **د** **ك** فيبقى زاوية **د** **ك** **ج** مثل زاوية **د** **ك** **ج** ولان مثلث **د** **ك** **ج**
 في سطح الدائرة والدائرة يمر بمركز الكرة فهو قائم على سطح الكرة
 على زوايا قائمة فالشعاع الذي يخرج على خط **د** **ك** **ج** ينعكس على خط
د **ك** **ج** لان الزاويتين متساويتين والسطح الذي فيه الشعاع
 المنعكس قائم على السطح الذي انعكس منه على زوايا قائمة فقط
 في نقطة الانعكاس وذلك مما مر بنا ان تبين ونبين ايضا
 بسهولة انك ينعكس الشعاع من نقطة غير نقطة **د** وذلك بان
 فان امكن فينعكس وليعد الصورة وليكن الانعكاس مثل
 خطي **ام** **د** **ب** ويخرج **م** مما سافين بكن المرهان



التي تقدم ان نسبة **اب** الى **ان** كنسبة **بط** الى **طم** فيكون
با الى **ان** كنسبة **بالا** **ج** وهذا محال فيسنعكس من ارض
د **ك** من الجهة التي فيها شعاع **الام** **ن** فقط **د** واذا توهمنا



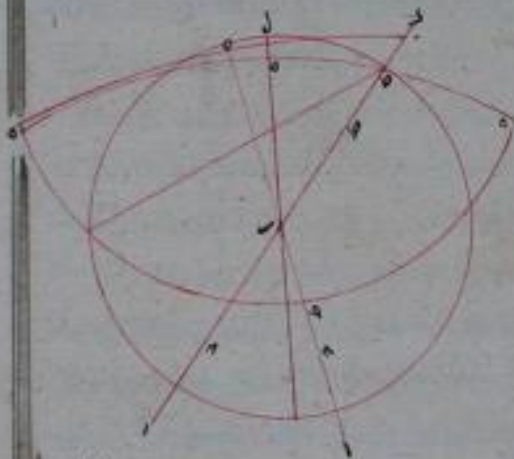
وانه كانت نسبة **بر** الى **دا** ليست اعظم من نسبة **ج** الى **د** الم يكون
نسبة **اب** الى **اب** اعظم من نسبة **بط** الى **ج** فلا يكون نسبة
بط الى **ج** كنسبة **ب** الى الخط هو اعظم من **د** فلا يوجد خارج
العوس نقطة اذا خرج منها خط عماس من الصورة المتقدمة
فليس يوضع الانعكاس من محيط دائرة في الكرة الا موضع
واحد الا اذا كان المركز على قطر **د** المضي ومن وسطا بين البصر
وللبصر على النسبة التي تقدر بالانعكاس اليك يكون **د** يرض
منه الا ان ليس يكون الا على الموضع اليك تقدم ولزم ايضا انه
لا ينعكس الشعاع من هذه الكرة الا من **د** دائرة واحده
لانه قد يتبين انه لا ينعكس الشعاع من نصف دائرة **د**
التي هي فوق الارض الا من نقطة واحده ولا ينعكس من
محيط الدائرة الا على هذا الموضع فاما من سطح اخر كرق
فانه لا يتبعه فليكن الدائرة التي يرسمها نقطة **د** دائرة
د طح ولنخرج خط **ج** الم كما كان في سطح الافق فلا بد دائرة
د م يرسمها نقطة **د** بمركبة العوس على محور **ج** يكون مركز الدائرة
على محور **ج** فليكن **ك** ويخرج سطح الافق وليكن **بط** طح
وليقطع دائرة **د** م على خط **ط** فخط **ج** يمر بنقطة **ك** لانها
في سطح الافق وفي سطح الدائرة فهي على الاتصال المشترك
فخط **د** ك قطر الدائرة **د** م فتعوس **ط** ج نصف دائرة و
هي التي فوق الافق ودائرة **د** م هي دائرة الانعكاس فاذا



كان

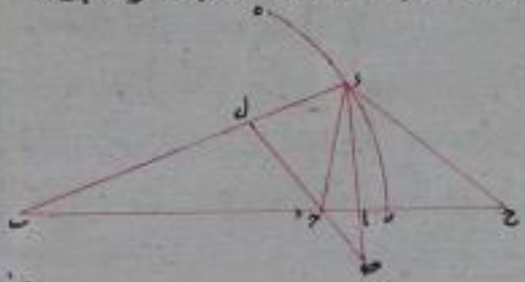
133

كما المضي على الافق وكما السجما متصلا بالافق كما قوس الانعكاس
 نصف دائرة وذلك ما اردنا ان بيوع وايضا لنفرض خط
 ب يقطع الافق ويكونه نقطة ب مرتفعة عن الافق ونقطه
 منخفضة عنه وليس القوس التي في السجما **وهو** دائرة
 الانعكاس **طرح** ومركزها نقطة **ك** وابصارنا نقطة **و**
 لنخرج سطح الافق ولنقطع دائرة الانعكاس على خط **ط** فاذا كان
 نقطة **ك** التي هي مركز الدائرة **وم** على خط **اد** الذي تحت الافق
 كان قوس **طرح** اقل من دائرة وهي منق الافق فاذا كان
 المضي مرتفعاً عن الافق وكما السجما متصلا بالافق وكما مركز
 دائرة الانعكاس مما يلي نقطة **ب** كما قوس الانعكاس اقل من
 دائرة واذا كان جميع ما ذكرنا على حاله وكما خطاب يقطع الافق



ونقطه **ب** منخفضة عن الافق ونقطه **ب** مرتفعة عنه وكما مركزه
 دائرة الانعكاس مما يلي **م** مثل **ك** فانه قوس الانعكاس
 ايضا يكون اقل من نصف دائرة لان مركزها يكون تحت الافق
 فاذا كان المضي منخفضاً عن الافق وكما السجما متصلا بالافق ومركز
 دائرة الانعكاس تحت الافق كما قوس الانعكاس اقل من نصف دائرة

فاما ان كان مركز دائرة الانعكاس موضع **ا** وكان السطح منضلاً ^{بالافق}
 فان قوس الانعكاس على جميع الاوضاع يكون نصف دائرة لان
 الافق جنساً يتر بمركزها واما يجب النظر التعليلي فقط فان قوس
 الانعكاس يمكن ان يكون اعظم من نصف دائرة ويمكن ان
 يكون دائرة تامة وذلك اذا كان السطح المرتفع ينزى الى الافق وكان
 المصنوع مرتفعاً عن الافق وكان مركز دائرة الانعكاس مما يلي نقطة **د**
 فان ذلك ليس بممتنع من حيث النظر وسير ذلك الخارج
 فرضنا الشكل الثالث فلانه قد يتبين ان نقطة الانعكاس هي
د وزاوية **دج** قائمة فزاوية **دج** احادة فيجتمثل ان يكون زاوية
دج قائمة ومنفرجة وحادية فاكانت زاوية **دج** قائمة كانت
 نقطة **د** هي مركز دائرة الانعكاس **د** ويكون عمود على المحور وان كانت
 حادة كان المركز مما يلي نقطة **د** وان كانت منفرجة كان المركز مما يلي نقطة **ب**



لان العمود الخارج من نقطة **د** يقع مما يلي نقطة **ب** فيجتمثل ان
 مركز دائرة الانعكاس عن جنستي نقطة **ا** و **اذا** كان كذلك
 وكان المركز مما يلي نقطة **د** وكان السطح ينزى الى الافق وكان المصنوع
 مرتفعاً عن الافق فان الافق جنساً لما ان يقع دائرة الانعكاس
 ولا يقطعها الا بنهايت دائرة منقطه فان قطعها فانه ايدي يقع فوق
 الافق يكون اعظم من نصف دائرة لان مركز الدائرة يكون
 فوق الافق وان لم يقطعها بل كان موازاً لها او يلقى سطحها خارجاً
 عنها فانه الدائرة كلها يكون ظاهرة فوق الافق وان كان المركز

مما يلي

ما يلي نقطه **وكما** المضي المنخفضا عن الافق عرضا ايضا مثل ذلك
 كما انه قد يعرف من هذا الوضع انه لا ينشأ من جميع الساعات المنعكبة
 الى المضي لان المضي اذا كان تحت الافق وكان كره الارض منحرف
 بينا وبينه فان الشعاع الذي ينعكس من النور المنخفضة
 من دائرة الانعكاس بمنع كره الارض لا ينشأ الى المضي فاما
 الشعاع الذي عينا ينشأ اليه ^{من} الذي ينعكس من اعلى الدائرة
 فيعرض من ذلك ان يكون الشعاع الذي ينشأ الى المضي هو الذي
 ينعكس من جرد ^{بين} الدائرة فاما ان كان القطب من السحاب
 المنهيد لا انعكاس ينشأ اليه ^{من} اياها الى الافق فنفس الانعكاس في الاوضاع
 التي تقدمت سويا هو كجانب النظر التعليم الجرد يتق ابدأ اقول
 نصف دائرة لان مركزها في سطح الافق وتحت الافق وطرفاها
 ليس ينشأ الى الافق فقد تبين مما قلنا كيف ينعكس الشعاع من السحاب
 الى اجرم المضي وكيف يكون موضع الانعكاس في السحاب وكيف
 يعرض اكثر للتكون فانه قد تقدم ان الجسم الرطب المثلث
 انعكس منه الشعاع الى المصير ظهر لونه المثلث موضع الانعكاس
 وكما ايضا ملتبس يكون الجسم الذي ينعكس منه الشعاع وكما ايضا
 الجسم الرطب اذ لم يكون في غابة الشيف ولا في غابة الملاك
 لم يصدق فيه الرؤية ولم يظهر ما ترك فيه محققا وجميع ذلك
 ان يكون السحاب الذي ينعكس منه الشعاع الى المضي يظهر في لون
 المضي ولكن ليس الغاية لان السحاب متلون فهو يثوب بلون
 البصر لانه في غابة الشيف ولا في غابة الملاك فيصدق الرؤية
 فيه فالان الذي يظهر انما هو لون اجرم المضي وليس شدة الاضاءة
 لذلك التي ذكرناها ولا اجرم المضي عرضا وجميع ان يكون
 الانعكاس في عرض يكون الشعاع الذي ينعكس من ذلك العرض
 مثل على جميع المضي فاما ان لا يظهر في موضع الانعكاس

فلان الشكل انما يظهر بالانعكاس في انما سطح الانعكاس اذا انعكس
 وكذا الانعكاس من موضع واحد من ذلك السطح والشعاع
 يتعكس على الوضع الذي ذكرناه انما يتعكس من مواضع كثيرة
 متصلة فانه كما سطح السطح الذي منه الانعكاس سطح واحد
 امكس كريا وليس يظهر فيه شكل المبرور الشعاع يتعكس ^{قطعة}
 كثره الجسم المضي فكل نقطة من سطح جسم المضي الذي يتعكس فيها
 الشعاع يحصل صورته في محيط دائرة سطح الكروي المتأثر
 لانه نقطة ويكون كل موضع من السطح المتأثر فيه صورة المبرور
 متصلة بحبال اتصال النقطة المتأثره وليس يظهر في موضع منها صورة
 ولذا لا يظهر شكله وانما السطح الذي منه الانعكاس متناظرا
 من اجزاء صفا وليس يظهر فيه الشكل لان السطح الاملس اذا كان
 في غاية الصغر بالإضافة الى المبرور يظهر فيه لون المبرور فقط ولم
 يظهر شكله فكل واحد من تلك الاجزاء يظهر لون المبرور فقط
 فقد تبين من جميع ما ذكرناه ان الفوس التي يظهر في الهواء
 انما هي لون الجسم المضي في الهواء الرطب وبعرض الانعكاس
 شعاع البصر من الهواء الغليظ الرطب اذا كان سهبا الجيمة التي
 صنعها فاما اختلاف الامواج التي يظهر في الفوس وهي
 الشعاع فانه ذلك ما يبرر من امتزاج الضوء بالظل ويجب اختلاف
 كيفية الظل لان الجسم الرطب الذي يظهر فيه الفوس الذي هو السطح
 وما يجري مجراه فيه كثافة وفيه شيف ما والاضو يظهر في سطح الارض
 وسعد فيه فالتك يظهر في سطح الماء يكون ضوءا ايضا والذي
 سعد فيه لشيفه يكون مترجبا بالظل الذي في نضا عتيف الجسم
 الذي هو من كثافة الجسم فاذا امتزج الضوء بالظل تولد منه الوان
 التعارض وكلما كان الفوس اكثر عمودا وبعد عن السطح الاذ كان اقوى
 فالتعارض التي يظهر في الفوس هي الوان ما يبعد عن الضوء شيف

الجسم

135

اجسم الرطب الممزوج بالظل يظهر عن الشعاع التي يعكسها
 الصفا والملس التي في داخل اجسم الرطب التي هو وراء السطح الكروي
 وهذه الاجزاء هي الرذاذ الصفا والرطب المنظام ولما لها
 فلانها مستديرة وجب ان يكون شكل السطح الذي يتألفه شكلا يمكن
 ان يتوهم فيه اشرف وقد يكون ذلك في السطح المتيق والمجذب
 والمقعر كما ان الاشكال بالاجزاء الطبيعي وبما هو طبيعة الهواء ^{شكلا} يكون
 كرتا مقعرا تقصير مما يلي البصر لان هذا الانعريف ايضا
 من انكسار الشعاع الى اجسم المضي كما بينا فيما تقدم وجب
 يكون هيئة السطح الذي يظهر فيه هذا الانعريف ان يكون ^{الذي} يمكن ان يتغير
 مواعيد الشعاع من محيط دائرة النقطة واحدة فنقول ان هذا
 الانعريف معرض اذا كان بينا وبين اجسم المضي ونسب المضي ايضا
 في تلك الحالة على استقامة وسط الحالة كما ترى لو لم يكن هناك
 حاجز لان السطح الذي يظهر فيه هذا الانعريف ربعا يظهر
 من وراءه وليس يمكن ان يتو ادراكه في وسط الحالة بذلك
 الشعاع المنعكس كانه المدرك بشعاع منكسر على استقامة
 الشعاع الاول الذي انكسر في موضع الانكسار وعلى استقامة
 ولو ادرك بذلك الشعاع كما ترى على استقامة الخطوط الخارجة من
 الانكسار كما يظهر حاله مستديرا على اتصال ولا يرتبطك الشعاع الكروي
 استقامة تلك الشعاع وقد يظهر في هذه الحالة هذه الصفة وهو ان
 هو لها الا انهم ذلك قد تدرك ايضا على استقامة وسط ذلك وقد
 المستديرات هو موضع الانكسار فيسفي ان يكون هيئة السطح الذي
 على ان هيئة يكون ان ينكسر فيها الشعاع الى اجسم المضي من محيط دائرة
 ويكون ايضا ان يتغير المضي على استقامة وفي وسط تلك الدائرة ويكون
 كما ذكرنا في السابق ان يكون ايضا ان يكون في وسط الانعريف ان
 منكسر غير تلك الشعاع على شعاع مستقيم وذلك ان الشعاع الذي

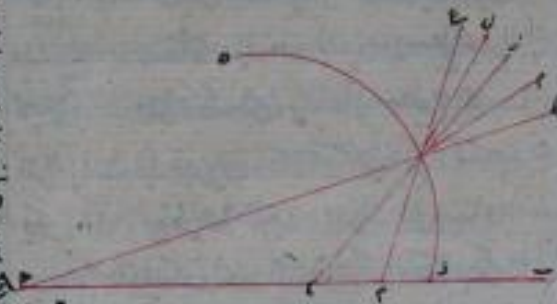
من الخط المستقيم نقطة واحدة وضع جيبها عند البصر وضع واحد
 ووضوها ايضا عند تلك النقطة وضع واحد والشعاع الذي يترك
 من الاخر المستقيم الى المضي ضد عند البصر وضع واحد ووضوها
 عند المضي ايضا وضع واحد ولا يكون ذلك الا اذا كان البصر والمضي
 جميعا على الخط الذي يخرج من مركز السحابة الى مركز تلك الدائرة التي
 هي لها لان هذا الخط وحده هو الذي يكون وضع الخط الذي
 يخرج من كل نقطة منه الى محيط تلك الدائرة وضعا واحدا وذا
 كان البصر على ذلك الخط كان الشعاع الذي يخرج من ذلك الخط عمودا
 على سطح الكرة ولا يتركز بعد على استقامة وينتج الشعاع
 المنكسر كلها حوالى ذلك القطر فاذا ادرك في ذلك الجسم الشعاع
 فاما يظهر ملاملا على الخط لانه في الوسط لانه يظهر على استقامة
 الشعاع الذي انكسر اليه فليس كذلك المضي في ذلك الوقت على استقامة
 شعاع منكسر بل شعاع متقزم ولا المبصر ان يرى من وراء
 الاجسام الرطبة قد يدرك على الاستقامة اذا كان شعاع البصر
 الخارج لا وسط المبصر عمودا على سطح الجسم الرطب وجب جميع
 ذلك ان يكون الشعاع الذي يخرج من ابصارنا الى الجسم المضي
 في وقت الا انه هو على استقامة ذلك الخط الذي يخرج من مركز السحابة
 الى مركز تلك الدائرة لانه ذلك الخط هو عمودا على سطح السحابة
 والخط الذي يصل بين مركز السحابة وبين ابصارنا اذا خرج على استقامة
 انتهى الى الجسم المضي فالشعاع الذي يخرج على استقامة يدركت
 الجسم المضي الا ان الجسم الرطب اذا نفذ فيه الشعاع الى ابصارنا
 فليس يعطف في تلك الحال من سطح شعاع اخر الى ذلك المبصر لان نقطة
 انما يكون اذا لم يكون نفوذ الشعاع وذلك وضع الجسم الرطب
 ما نفا من النور حينئذ يعطف الشعاع الى اناجته العمود
 الذي يخرج من موضع الانعطال على سطح الجسم الرطب فاما اذا كان

الشعاع

الشعاع عمودا فانه ينعدي على استقامة ويدرك المبدئ ^{كذلك}
 على استقامة من غير ان يدرك المبدئ حينئذ يعرف ذلك
 الشعاع لانه استقاما المباشرة التي يتكسر من سطح الجسم الرطب
 لا يلقى ذلك العمود في تلك الجهة هكذا حال سطوح الاجسام
 الرطبة الطبيعية قد بينت ذلك اصحها التعاليم في كتبهم وقد
 يكون على الاستفراء في الاجسام الرطبة التي بيننا وبيننا
 ايضا بالرطبة فليكن الخط الذي يمر بمركز السحابة ومركز دائرة
 الانكسار وينتهي الى المضي وعليه يكون ايضا كما بينا خط
باب ويكون المضي **ب** وموضع البصر **ا** ونسوهم في
 كرة السحابة **فوس هـ** وليكن **د** على محيط دائرة ^{تلك}
 التي هي المثلثة من السحابة اذ كما قد تبين انه لا يكون الا على
اب فهو اما نقطة التي هي البصر اما منقطة عنها الى السحابة
 واما من اخرج عنها فانه المذكر نقطة التي هي البصر ينقطع
 من الشعاع لانه لا يكون اعمدة على سطح السحابة فهو اذن
 اما مقدم على البصر واما اخر عنه فليكن مثل نقطة **د** او **ل**
 نقطة **م** ويخرج شعاع **اول** ويخرج قطب **ح ط ر م د ع**
 شعاع **اول** انما ينقطع الجهة المثلثة الخارج من نقطة
 على سطح كرة السحابة والعمود اذ يكون **د ح ط** واما
 يكون **د ع** فانه كما المركز **م** والعمود **د ع** والشعاع ينقطع
 الجهة **ع** مثل **ل** فليس يلقى نقطة **ب** التي هي المضي اذ
 وان كما المركز **د** والعمود **د ح ط** فالشعاع ينقطع الجهة **ط** ان
 لا يبلغ الى **ط** ولا يتجاوز بل يكون مثل **د ر** لانه الانعطف
 يكون الى العمود لا على لانه واذا كان مثل **د** فليس يلقى نقطة **ب**
 التي هي المضي اذ ليس ينقطع الشعاع من متمركزه
 الى الجسم المنعطف وقد ظهر ان لها لانه يوجد من الوجه الا انه يمكن

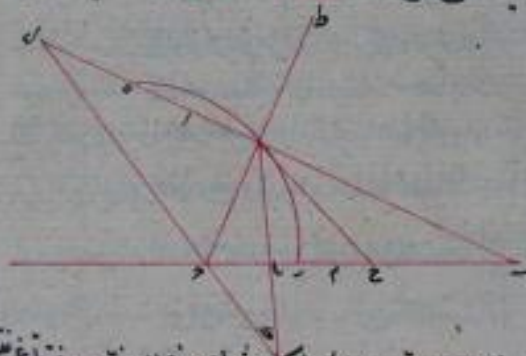
ان يكون السطح ربيعا بلك منها الشعاع الى الموضع منك لا منعظا

الذي هو الارتفاع الكروي من جوانبها نحو الموضع منها



وذلك اذا اجزاءه التي هو الارتفاع ومباينة ما ينعكس على الاستقامة انظروا
 ذلك السطح فيكون الشعاع الخارج الى تلك الاجزاء ليس
 للثلاثة على الاستقامة على رايها متساوية وليتقى عند الجسم المنعكس
 او يتوازي الشعاع فيعكس سطوح الاجزاء الصغيرة التي يكون
 اقطار السطح المتوجه خارجة عن مركزه الى المواضع الانعكاس
 منها مما لها انذار الوضعا هو انك يمثل ان يظهر منه هذا الاثر
 ان الحاله فاما كيف يكون الانعكاس فكما اصف نوعه في كرم السطح
 قوس **د ه** وليكون موضع ابصارنا **ا** وموضع المنعكس **ب** ونصل
ب ه وليكون مركز السطح نقطة **د** وهذا الوضع هو انك يمكن
 ان يظهر منه هذا الاثر فاما غير فليكن ذلك فيه ونسبنا ايضا
 انه لا يمكن **د ه** مركز السطح اذا كان حافظا لكبيره يكون **د ه**
 نصف قطر كرم السطح **د ه** و **ا ب** بعد المنعكس تبين
 من قبل ان **ا ب** ليس للقياس عند **د ه** ايضا جزء يسير
 عند **د ه** فيمكن ان يكونه اصغاف **ا ب** وليس **د ه** اصغاف
د ه الى **ا ب** اعظم من نسبة **د ه** الى **د ه** واذا بدلنا تلك النسبة
د ه الى **ا ب** اعظم من نسبة **ا ب** الى **د ه** واذا عكسنا كانت نسبة
د ه الى **ا ب** اعظم من نسبة **د ه** الى **د ه** فنحتمل نسبة **د ه** الى **د ه**
د ه الى **د ه** ونخرج **د ه** مما سا ونصل **د ه** الى **د ه** فاقول

الشعاع التي يخرج من نقطة **ر** ينعكس على خط **ح د ط**
 على ذوايا متساوية الى النقطة **ب** برها ذلك ان يخرج **د ا** على
 استقامة ويخرج خط **ك** عمودا على خط **د ر** فلان **د ر** مائل
 يكون زاوية **د ر ح** قائمة فخط **د ر** مواز لخط **ك ح** ولان
د ر الى **ا ح** كنسبة **د ر** الى **ا ح** يكون نسبة **د ر** الى **ب ح** كنسبة
د ا الى **ا ح** ونسبة **د ر** الى **ب ح** كنسبة **د ر** الى **ا ح** ونسبة **د ر** الى
ا ح كنسبة **د ا** الى **ب ح** ونسبة **د ر** الى **ا ح** كنسبة **د ا** الى **ب ح**
 و **ك ح** مثل **د ر** و **د ا** عمود فزاوية **ك ر ح** مثل زاوية
د ر ا فزاوية **ا ر ح** مثل زاوية نقطة فالشعاع الذي يخرج على **ا د**
 ينعكس عن خط **د ر ط** الى نقطة **ب** وذلك ما اردنا ان نبين

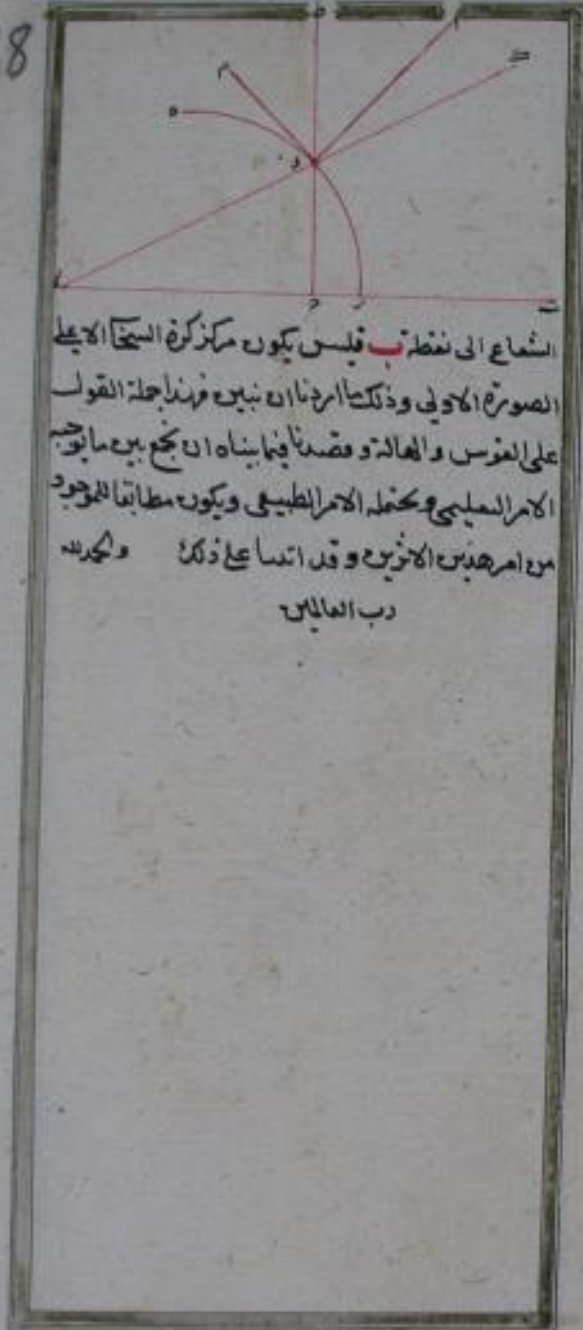


ونبيح عن قربه انه لا ينعكس شعاع هذه الصفة من نقطة **ر**
 وذلك انه متى انعكس شعاع هذه الصفة عن الشعاع الاول
 اخرجنا من موضع الانعكاس خطا مماسا فهو يلقى خط **ا ب**
 نقطة **ب** في نقطة **ح** وليكن نقطة **م** ونبيح بعكس هذا البرهان
 ان نسبة **د ا** الى **ا م** كنسبة **ا ب** الى **ا ح** وهذا كما ليس ينعكس
 عند قوس **ل ه** ولو كانت دائرة شعاع على هذه الصفة
 الامم نقطة **د** فاذا اثننا خط **د ر** وادرنها مثلت **د ر** رسمت
 كره السحابة دائرة ويكون كل شعاعا الذي يخرج الى محيطها ينعكس
 على هذه الصفة لانه يكون على كل نقطة منها شكل مثلث مثل الشكل الاول

فاذا كان في كره السجى اجزاء ملصقة متالفة على استقامة الخطوط
 التي يخرج الى مركز السجى مثل خط **ط** اذا كان سطح الكروي
 متالفا من اجزاء ملصقة وضع السطح الكروي من البحر ومن
 المضى الوضع اليك يستقل الصورة التي تقدم يارنا فان الشعاعا
 التي يخرج من ابصارنا الى تلك الاجزاء ينعكس جميعها الى المضى
 ويظهر لونه المضيغ موضع الانعكاس على ما بيننا واما تقدم
 لان الضى ايضا ذو عرض وحين يكون الشعاع المنعكس ينعكس
 لها قدر ما يجب فذرة تلك المضى وذلك انظر من طول الخطوط
 يكون **د** سمك السجى وذلك يظهر في سجي من اجزاء كثيرة منتظمة في وضع
 الانعكاس في قشورها مما يجب ذلك المضى وذلك الاجزاء واما ان يكون
 منتظمة في سمك السجى وذلك يظهر في السجى ذات عرض هذا الوضع
 الذي فرضناه للسجى هو الذي يمكن ان يتاخر منه هذا الانعكاس وهو
 الذي يجعله يلقى بالامر الطبيعي واقول ايضا انه لا يمكن ان يكون
 مركز السجى على غير هذا الوضع وقد تبين انه على الخط **ابك** يصل
 البصر المضى فاقول انه لا يكون في موضع متاخر للبصر كما متقدما الى السجى
 ولا على حلا النسبة التي فرضت وذلك انه ان كان على حلا النسبة التي فرضت
 لم يكن نقطة **ج** خارج القوس ولم يتم الانعكاس وان كان
 المركز موضع البصر فان الشعاعا كلها لا يبعد على استقامة ولا
 ينعكس فليس هو في موضع البصر ان كان متقدما للبصر فيصبح
 ايضا ان يكون الانعكاس من محيط دائرة الى نقطة فلنعقد الصورة
 ونخرج شعاع **ارك** ويصل **د** وسنجد الى **ط** شعاع **اي** اذا
 انعكس عن خط **د** فانه ينعكس مثل **ادم** وان نعد الجسم **الرب**
 فانه مثل **ايك** على الاستقامة بل ينطف الى جهة **ط** مثل **اول**
 كما تبين ابدا الى الحاجة العود اليك يخرج من موضع الانعكاس
 الذي مثل **د** فعلى كلا الحالين ليس ينهى الشعاع

فليس يخرج

نقطة



الشعاع الى نقطة **ب** فليس يكون مركزه السطح الا على
 الصورة الاولي وذلك امرنا ان نبينه فهذا جمله القول
 على العروس والمالة وقدنا فيما بيناه ان نجيبه ما يوجب
 الامر السليمي وجملة الامر الطبيعي ويكون مطابقا للوجود
 مع امرهذين الاخرين وقد اتساع على ذلك ويجريه
 رب العالمين

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قول بحس من الهميم في الهاله وقوس قزح

كل معنى محث عن حقيقه وانما محثها معنى المجانس للمعنى فان كان بسيطاً وسطاً
 وان كان مركباً وسطاً مركباً وما سطح القوس الى الهمه وكثيره اجميره فيه عند الكفر
 ومختلف الطون في الوجه الذي به صبح كونه الاسان المسيان الهاله وقوس قزح
 وسدان الاسان سوجدان ابداس في الهواء الغليظ وكونان تشكيين بسكل لازم
 لسطح واحد اما الهاله فكون ابداس على شكل دايره مالم عرض لها عارض ينسد واما
 القوس فكون ابداس على قطعه من دايره طان الموضوع لهما هو الهواء ووجب ان
 تكون النظر فيها نظراً طبيعياً ولان شكلها مستدير ووجب ان سطر فيها ايضاً نظراً
 فذلك صار النظر الذي محث به عن حقيقه من الاثر من مركب من طبعي وتطبعي
 فلتقل فيها قولاً باحسان عن حقيقته على نحو ما يعضيه الامور الطبيعه والاصول العلميه
 ووجب ما هو مطابق للموجود من امرها واما ما يوجد في الامور الطبيعه عند
 التسع والاستقرار فكل جسم رطب مكثف مشف يكون وراه او متقابله
 جسم مضم او مملون فان الناظر اليه يرى الجسم الذي وراه و يرى ايضاً الجسم المقابل
 له اما الذي وراه فلان المتوسط الذي من البصر والمبصر هو جسم مشف واما
 المقابل له فلان الجسم الرطب الكثيف المشابه الاجزاء يكون كالمرايه التي ترى فيها
 كلما تعابها وكلما يرى في جسم من الاجسام الرطبه الكثيفه على كهي الوضعين فان
 لونه عند نظره في الموضوع من سطح الجسم الذي فيه يرى المبصر واذ كان الجسم
 ليس في غايه الشيف او سطحه ليس في غايه الملاسه كان ما يرى فيه مسهلاً
 محسماً وكلما يرى في الاجسام الرطبه الكثيفه فان لونه يظهر متنسباً بشي من لون الجسم
 الرطب وكلما كان الجسم اقل شيفاً واحد لونه كان ما يرى فيه من الالوان اشهد

العاشر واما ما يوجب الاصول التعليمية فكل جسم رطب متكاثف مشغف فان شعاع
 البصر اذا خرج على استقامة حتى يرسى الى سطحه فانه ان كان عمودا على سطح
 ذلك الجسم فانه سفل على الاستقامة وان لم يكن عمودا فانه لا سفل على الاستقامة
 بل سفل عند اللقاء الى ناحية العمود الخارج من موضع الالتقاء على سطح ذلك
 الجسم وكل جسم رطب متكاثف اقل من فان شعاع البصر اذا انتهى اليه انعكس
 منه على زوايا مخصوصه وكل شعاع انعكس فانما يسكن الى السطح القائم على سطح الماء
 يسكن منه على زوايا قائمه وكل شعاع يسكن ويكون على حقيقته قائم يرد الى السطح من
 البصرات ادراكا صحيحا وكل شعاع صغير يمتد بعد ذلك ان يرمى من
 به شيء يحصل فكل ما يدرج شعاع يسكن فانه يرسى على استقامة الشعاع الاول
 فكل شعاع يسكن من سطح في غاية الصغر ما لا يضافه الى البصر فانما يظهر فيه كون
 البصر لا شكه واما ما هو موجود من ارضين الاثرين فانها يوجد ان ابلح
 وجود هو الرطب الغليظ رطب كالتحاب او ما يتقدم مقامه ووجود ان ابداني ذلك الرطب
 وليس كل ما يوجد هو الغليظ بل اذا كان جسما من الاجرام المضيئه جازع الهواء
 الرطب الغليظ ولا كيف ما اتفق بل على وضع مخصوص اما اذا كان الهواء
 الغليظ متدسطا بين ابصارنا ومن الجسم المضي وذكور في الهاله واما اذا كانت
 ابصارنا المتوسطة بينهما وذكور في العكس وليس في كل وقت متفق من ان وعلى
 سدان الوضع ايضا بل في وقت دون وقت الا انه على تعرف الاجرام
 لا يوجد ان الا في الهواء الغليظ مع جنود الجسم المضي فلما كان ذلك كذلك وكان
 من الممكن ان يعرض من اجتماع التحاب والجسم المضي مثل سدان الاثرين
 ولم يكن هناك سببا اخر يحمل ان سببا اليه ووجب ان يكون الا في منه متقوم
 سدان الاثرين هو التحاب او ما يتقدم مقامه والجسم المضي ولما كان ليس

كل ما اجتمع في ان وجد الاثر ان بل اذا كانا جميعا متقابلين للبصر او كان البصر فيما
منها وجب ان يكون السبب المقوم لها هو ذلك الوضع ولانه قد يوجد
ايضا هذه الكائنات كلها ولا يوجد معها من الاثر ان بل انما يوجد ان معها
في وقت دون وقت وجب ان يكون سببا آخر بهم الاثر ولما
كان الهواء المناسبا لهذا الاثر مشابها الاجزاء وليس جميعه متساويا بل جنس
منه وعلى وضع مخصوص لذلك الجسم من ابصارنا فكان لمنه في الاجسام
الرطبة ان يعكس شعاع البصر من سطوحها للبصر ولا يعكس الشعاع الاعلى الى
وضع مخصوص ومن موضع مخصوص وان سوا ايضا لون البصر في الموضع الذي
انعكس منه الشعاع وجب من اجماع هذه ان يكون ما يطلع من هذا
الاثر انما يطلع لانعكاس شعاع البصر من الجسم الرطب الى الجسم المضي الذي
يتم به هذا الاثر مع وجود الهواء الرطب وجنود الجسم المضي بعد ان
يكون مبيته التحاب من الهيد التي تحسبها انعكاس شعاع البصر من الجسم الرطب
الى الجسم المضي وان يكون وضعه في وقت ظهور الاثر الوضع الذي تحسبه
سم الانعكاس مسبقا ان من كيف يكون انعكاس شعاع البصر من الهواء
الرطب الى الجسم المضي وعلى اي وضع يكون ذلك وكيف يوضع من الاثر ان
الذات وكرنا فلان الشعاع اذا انعكس على زوايا مخصوصه وانما يدرك
بعد الانكسار اذا كان باقيا على مبيته وجب ان يكون الجسم الرطب انما انعكس
منه يدرك ما هي اليه اذا كان سطحه امس ذات نظام او مولف من سطوح
صغار ملس بالما ذات نظام لان السطوح الملس الملسه فقط هي التي يمكن ان
يتوهم فيها خطوط سطح مع خطوط الشعاع بزوايا مخصوصه ويمكن ان يكون الشعاع
التي انعكس منها باقاه على سببها بعد الانكسار وليس يمكن ذلك في غير ما اعني ان الشعاع

التي تكسر من سطح منقح الى مبصر اذ اتجهت منها شعاعا خارج من البصر التي تقطع
 من الشعاع وتكسر على زوايا مخصوصة الى نقطة من المبصر فان الشعاع الذي يوجهه
 الى حبه التي التي انتهى الى نقطة من الشعاع على تلك النقطة فانه سكر الى نقطة
 من المبصر الى النقطة الاولى تكون الشعاعات بعد الانكسار على مسافات قبل الانكسار
 وليس يكن ذلك في التلويح عند المكس لان اجزائها اعني الاجزاء الضعاف
 ليس لها قدر عند اجس تكون مختلفة الوضع بعضها عند بعض لان التلويح غير
 المتتيه من التي سنده جالها تكون الشعاعات التي منتهى اليها لا تسكر و
 ان اكسرت لم تق على بينتها لان او ضاع لكل الاجزاء الضعاف تكون مختلفة
 فتكون او ضاع الشعاعات بعد انكسارها عنها مختلفة ولان التلويح الغير المتلوية
 اعني المولفة من تلويح في غاية الضعف مختلفة الوضع ليس ينعكس عنها الشعاع
 وان انعكس كان مختلف الوضع فليس يظهر فيها لون البصر وان ظهر
 كان في غاية الضعف لان ما يظهر فيه يظهر في كل واحد من التلويح على
 انفراد اذ هي مختلفة الوضع والشعاعات المنكسرة عنها مختلفة الوضع فهي
 صهي الى مواضع مختلفة الالوان متفرقة فمادرك لها مختلفة الالوان وكل واحد
 منها ليس له قدر عند اجس فليس يرى في التلويح الغير المتلوية لون شي من
 البصرات وان راى كان في غاية الخفاء والضعف ولان الارضية الاجسام
 الرطبة وسطحها على هذه الحال وجب ان يكون الجسم الرطب الذي يحوز
 ان ينعكس منه الشعاع ويظهر فيه لون المبصر هو الذي يكون له التيام ما اعني
 ان يكون سطحه اسن او مولفا من اجزاء ليس است في غاية الضعف وكلما كان
 اشدا تياما او الاجزاء التي منها تلف اعظم قدرا كان ما يظهر فيه احد
 رؤية واين لونا وكلما بعد من الماكسة او صفرت الاجزاء الماكسة التي منها

ما لم يكن كما يظهر فيه اشد اسما واخفى لونا فالاشارة ان اللذان ذكرنا انما يوجد
 في الهواء الرطب اذا كان منتسبا به من ان يعكس منها الشعاع ويظهر فيه
 اللون المبصر اعني ان يكون له اليتام اما في سطحه الادنى او في ثقلها فيما يليه وهو ان
 يكون له ملاء او فيه اجزاء مملكت مسالفة يكون لكل واحد منهما مقدار
 يحفظ اللون وكان وضع ذلك السطح او كل السطوح المسالفة عند البصر واجرم
 المضي الوضع الذي يقع منه الانعكاس وكلما كان الهواء المتناثر اشد الياسا
 كان مسدان الاثر ان اصدق لونا فاذا قد بين ان مسدن الاثر انما يكونان
 من هي الهواء وانعكاس الشعاع منه وظهور اللون فيه وعلى الوضع الذي يصح
 الانعكاس منه وكان الاثر المتدرج لا يكون الا في سطح مخصوص او سطوح
 متانفة بالغا مخصوصا فقد بين ان بين اي شكل يحتمل ان يكون سطح الهواء
 الرطب المباشر هذه الاثر حتى يكون اجزاء منه الذي عنده يعكس
 الشعاع مستديرا واي وضع هو وضع ذلك السطح فنقول في العكس
 ان مسدا الاثر اذا كان معرض من انعكاس الشعاع من سطح الهواء
 الرطب المسن والانعكاس وقبول اثر البصر وكان المبصر انما هو اجرم
 المضي والاشارة انما هو لونه والشعاع المنعكس اذا انما يعكس من جميع اجزاء
 المباشرة الى اجرم المضي وهذا الجوهر قطعة من دائرة تشكل سطح الهواء الرطب
 اذن هو شكل يمكن ان يعكس عنه الشعاع من قطعة دائرة سواء فيه الى مبصر
 واجد والسطوح اما ان يكون مستوية او محدبة او مقعرة على ضربين الحديد
 والنقير وليس يعكس الشعاع من سطح مستوي ولا من سطح محدب الى
 مبصر واجد الا من موضع واحد وتلك كل الموضع ايضا على حسب مسدا ذلك المبصر
 قد بين ذلك في مواضعه من كلام اصحاب الفاعيم فليس سطح الهواء المباشر

بهذا الاثر اعني القوس مستطلا محذبا ولم يبق الا ان يكون السطح الذي سائر هذا
 الاثر سطحاً مقعراً يمكن ان سويم فيه قطعة من داييره وان كان مسطحاً الاثر ايضا فاما
 سويني اجزاء صغار ملس مساندة فوجب ان يكون ما بينهما ايضا انما مقعراً
 محتمل ان سويم بجسدها دائرة وان لم يكن جسدها في غاية الملائمة بل منقصة
 لان هذا الشكل هو الذي يقع ان يطابق به الموجود من امر هذا الاثر فاما ان كانت
 اجزاء ملس وكان ما بينهما لانظام لم يصب ان ينكس الشعاع منه على نظام
 مليم ويحدث فيه اثر مليم فبما الهواء الرطب الماشربه يكون فيها مقعر يمكن
 ان سويم فيه قطعة من داييره ويكون اما ملس او مولفة من اجزاء ملس
 ما لفا يكون جسده مقعراً او انواع القعرة الذي يمكن ان سويم فيه الدواير و
 قطع الدواير لحلف الا ان اشدها اسطفاً واشبهها بالوجود من اجزاء
 العالم واولا ما ان يكون هذا الجسم شكلاً ملساً ككرة او شكل الكرة اذ كان ذلك هو
 شكل الهواء او شكل الماء وشكل اجزاء العالم المحذبا للهواء ولان الجوار
 ايضا انما يرتقى من سطح كروي الى سطح كروي وعلى وضع واحد من جميع
 اجسام وجب ان يكون كروياً مركزه مركز العالم وكل قطة منه مهيبة
 هذه الهيئة او قوساً منها فالاشبه ان يكون بغير الهواء الرطب الماشربه
 هذا الاثر مقعراً كروياً وليست اذ يدعول كروياً ان يكون سطحه الاولي ملس
 هذه الصفة لا يجوز غيره بل يقع ان يكون في تضاعفه سطح ملس او
 اجزاء ملس مستطلا مستطفاً يكون بجسده كروياً وان لم يكن في غاية الملائمة
 ولاني سطح الاولي فاما وضعه فلان الهواء الغليظ الرطب كالاستجاب
 وما يجري مجراه ليس سابت ولا لازم لكان واجد بل قد يحترق وينزاح
 وسئل من جهة الى جهة لما تحترق من الاجسام المحيط به واذا تحركت تنزاح

كان محتملا ان سغير وضعه او سغير وضع اجزاء بعضها عند بعض فلا يبقى
 كرتيه مستقلة ولا وضع جميعه عند المركز الاول وضا و اجدا وان كان
 بالجهد شمالا على الارض فان السحاب ليس يبعد عن الارض بعد الاكثر
 بل بده من جرس جهاء بعد سر فاذا كان وضعه سغير بالمركة والاتصال
 الاصطكاك ويكون مع ذلك شمالا على الارض فان جرس اجزاءه حينئذ
 يكون مختلفه الوضع اعني ان كل قطعه منه غير متصلة بالقطعه التي يليها
 ايضا لا مستظلمة كريا فان كان من هذه القطع ما هو على انفسه اذ حافظه
 لكرتته فان مركزه مستقل بمقاله وسغير وضعه وذلك محتمل ان يوضع
 التراجح والاتصال والاصطكاك لان بيئته الاولى ليست كذلك ومع
 هذه الحال فاذا كانت قطعه منه حافظه لكرتتها فانه يمكن ان سوتر منها
 قدس من وايرة يمكن ان يعكس منها الشعاع و بالجهد فانه اذا اتفق
 ان مسكلى قطعه من السحاب بسكلى كرى او يكون في مضا عييفه اجزاء
 مسالفة متشكلة هذا الشكل فان ذلك يمكن منه ولكن ليس كل الاوضاع
 التي يكون للمركز محتمل ان يعكس معه الشعاع من السطح الكرى الى الجسم
 المضي بل اذا كان وضع مركز القطعه من السحاب على المحيط المستقيم الذي
 يصل بين ابيصارنا ومن الجسم المضي ويكون فاما منها وذلك هو الذي
 دعانا الى ان نعتقد ان السحاب قد سغير مسركزه بالجهد والاصطكاك
 اذا كان هذا الوضع فقط هو الذي يقع معه الانعكاس الى موضع واجد
 وهذا الوضع هو وضع مركز السطح الكرى الذي يمكن ان يظهر فيه العوس
 ولان السحاب قريب من الوسط وليس يدها بعد عن سطح الارض
 بعد الاكثر او المضي متبعا جدا عن الوسط خاصة اذا كان المضي هو الشمس

يكون البعد الذي بين ابصارنا وبين المضي اضعافا كثيرة لنصف قطر كرة
 السحاب او نصف قطر كرة السحاب ليس يزيد على نصف قطر كرة الارض
 مقدارا كثيرا فاذا صار مركز السحاب على الخط الذي يبطل من الجسم
 المضي وبين ابصارنا كان البعد الذي من المضي ومن مركز السحاب اضعافا
 كثيرة للبعد الذي من مركز السحاب وبين ابصارنا وكان هذا البعد
 الذي من مركز السحاب وبين ابصارنا اقل من نصف قطر السحاب
 ويرسم ذلك على طريق المثال لكون اقرب الى الغرض فلنكون خط آ ب
 الخط الذي يصل بين ابصارنا وبين الجسم المضي ولسو اسم في سطح
 الافق وليكن موضع ابصارنا وموضع المضي Γ ولكن مركز السحاب
 نقطه δ ولسو اسم قوسا في القطع من السحاب التي مركزها δ وليكن
 قوس $\alpha \theta$ وحجج خط آ β حتى يلقى القوس



على δ فكون خط $\delta \alpha$ نصف قطر كرة السحاب فكون خط آ β نصف قطر
 وكل الجسم المضي فكون خط آ β هو البعد الذي بين ابصارنا وبين طرف
 السحاب مما على الافق ويكون خط آ β اقل من نصف قطر كرة السحاب و
 خط آ β اضعاف كثيرة لخط $\delta \alpha$ فكون آ β اضعافا كثيرة لخط آ β ويكون

خطين واضعا فالكثيرة لحظ آو ايضا فان القطع من السحاب اذا كانت حافظه
 لكرهها الاول او منسكلا بمثل ذلك الشكل فان خط آ الذي هو نصف قطر
 كره السحاب يزاد على نصف قطر كره الارض وخط آ الذي هو البعد بين
 البصر وبين آخر ما تقع عليه البصر من السحاب هو حيز سير من نصف قطر
 كره الارض وان كان في غايه البعد وان يجوز ما ان يكون خط ات مقدارا
 عظيميا فليس يلزم ان يكون ابدا في غايه العظم بل قد يمكن ان يكون في بعض الاوقات
 سيرا وان كان في بعضها كثيرا اذا بعدا والسحاب من الارض يحلف في القرب
 والبعد اخلافا كثيرا وخط ات قد يمكن ان يكون في بعض الاوقات حيزا سيرا
 من قطر كره الارض يمكن ان يكون خط آ حيزا سيرا من رجه فمكون اصغر
 من آه وكون نسبة الـ الى رآ اعظم من نسبة رجه الى آه وكذلك ايضا ان كان
 خط تر متقاطعا للافق مثل دآه وكان سائر الاجزاء



الاشياء على حالها اعني بعد السحاب الذي هو آه وكون البعد ونصف قطره
 هو دكل القدر وبعد المضي هو دكل البعد فانه يلزم ايضا ان يكون نسبة الـ الى حآ
 اعظم من نسبة حآ الى آه لان آه يكون حيزا قطريا او يكون آه اصغر من آه وكون
 حآ على حالها يكون نسبة الـ الى آه اعظم بكثير من حآ الى آه لان حآ اصغر من آه

س

معدول الآن ان التجاب اذا تسكن بشكل كروي من اي كره كانت وعلى اي نحو كان
تشكله بعد ان يكون حافظا لنظام الكرة ويكون مركزه على الخط الذي يصل بين ابصارنا
وبين الجرم المضي وفيما بين ابصارنا والمضي وكان بعد المركز من الجرم المضي اكثر
من بعد المركز من ابصارنا وكان بعد المركز من ابصارنا اكثر من بعد ابصارنا من
التجاب فان الشعاع يعكس منه الى الجرم المضي ويظهر فيه الاثر وهذا الوضع يحلف
في البعد والقرب فخط ارضي ان يكون في بعض الاوقات جزا من نصف قطر
كرة الارض فيمكن ان يكون خط ارضي ايسر من ارض فيكون نسبة ارض الى سما اعلم
من نسبة ارض الى سما وهذا الوضع هو الذي اذا اتفق امكن ان يعكس معه الشعاع
من التجاب الى الجرم المضي فاما في الاوضاع فليس يمكن ذلك فيها وسنرى انه
لا يمكن فلهذا وضع السطح المقعر الذي منه يكون الانعكاس وعلى الوضع الذي منه يصح
الانعكاس وسنرى كيف يعكس الشعاع منه وكيف ساثر فيه الارض مع ذلك بالاضاع
التي لا يصح فيها الانعكاس فلكي خط ارض الخط الذي يصل بين ابصارنا وبين الجرم
المضي ولكن نقطة مركز السطح الكروي الذي في السطح المباشر وايضا في السطح الكروي
قوس من دايره ولكن قوس حرة وكجرح وارضى ملقاء على نقطة فيكون نسبة ارض الى
ارض اعظم من نسبة ارض الى ارض كما سنرى ويطلب نقطة الانعكاس فيجعل خط قطر من ارض الى
نقطة ارض اعظم من نسبة ارض الى ارض كما يكون نسبة ارض الى ارض اعظم من نسبة ارض الى
ارض ويكون نسبة ارض الى ارض اعظم من نسبة ارض الى ارض ولكن نسبة ارض الى ارض اعظم
حدها من الدايرة فاحول ان نقطة ارض نقطة الانعكاس برهان ذلك اننا نصل
خطوط ارض الى ارض ويكون حركه مواز الخط فلان نسبة ارض الى ارض كنسبة ارض الى ارض
كون نسبة ارض الى ارض كنسبة ارض الى ارض يكون نسبة ارض الى ارض كنسبة ارض الى ارض
بل لنا يكون نسبة ارض الى ارض كنسبة ارض الى ارض ونسبة ارض الى ارض كنسبة ارض الى ارض

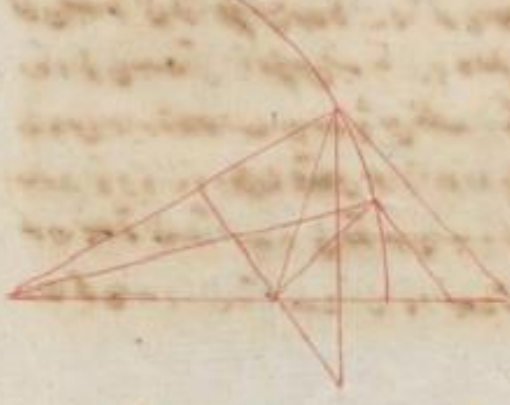
مع انما المضي
وهو من
الارض
فليس
يملك

اجم كنهية الى سطح منبسط الى كل كنهية اخرى الى كل خط كنهية مثل قولان كل
 موازى لوجه واحد مما س يكون راجعاً الى كل كنهية مثل كنهية كنهية
 مثل راجعاً الى كل كنهية مثل قولان كنهية كنهية كنهية كنهية كنهية
 الخطوط المحيط وزاوية راجعاً الى كنهية كنهية كنهية كنهية كنهية
 ولان مثل اذ في سطح الدائرة والدايرة من مركز الكرة فهو قائم على سطح الكرة
 على زوايا قائم فالشعاع الذي يخرج على خط اذ انعكس على خط و ت لان الزاويتين
 متساويتين والسطح الذي فيه الشعاع المنعكس قائم على السطح الذي انعكس منه على زوايا



قائم فقطه و هي نقطة الانعكاس
 وذلك ما اردنا ان نبين
 ايضاً بسهولة انه لا انعكس
 الشعاع من نقطة غير معطية و
 وذلك انه لا يمكن ان يكون
 انعكاس و بعد الصورة ولكن

الانعكاس الثاني مثل خطي ا ب و ج و ح كنهية م ان مما س فنم بعكس البرهان الذي تقدم
 ان نسبة ا ب الى ان كنهية م الى ا ب م يكون نسبة ا الى ان كنهية م الى ا ب و مبدأ محال
 فليس انعكس من زاوية ا ب و ج من ا ب ج التي فيها شعاع الا من معطية و اذا و انما

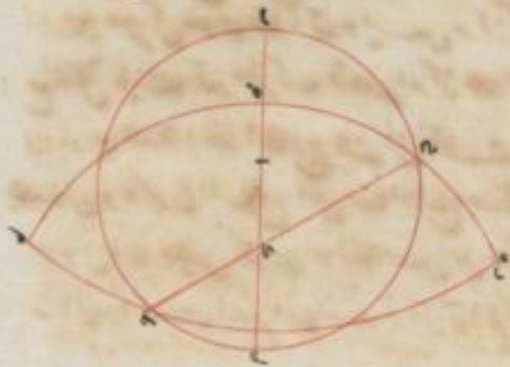


في الصورة الاولى خط برما
 و اردنا سطحه و ا ب فان
 انعكس و ا ب م سطح الكرة
 و يرسم نقطة ا على سطح الكرة
 و ا ب م و يكون وضع كل نقطة
 على كل الدائرة عند نقطتين ا ب م

ا ب م

الوضع بعينه الذي لنقطه وعند تقطبي آت لان كل نقطة على الدائرة يمر بها شكل مثل الشكل
 الاول لان هذا الشعاع بعينه هو الذي اردناه وهو على بعينه هكذا نقطه على سطح
 الدائرة التي مركزها نقطه وتنعكس فيها الشعاع الى نقطته فاذا قد تبين
 ذلك فاجعل الوضع غير الوضع الاول وهو ان يكون مركز السحاب ليس
 على خط آ او ليس فيما بين البصر والمضي او ليس شبه آ الى آ اعظم
 من شبه آ الى آ فاقول ان الشعاع اذا كان على هذه الاوضاع
 لا انعكس من محيط دايوه الى موضع واحد وذلك ان المركز اذا كان متقدما
 للبصر اعني فيما من تقطبي آ و على خط آ و ان اخذ الخارج منه الى نقطة
 الانعكاس اى نقطه فرضت ليس بعزم زاوية الشعاع صينين بل بقس
 خارجا عنها فليس يكون الانعكاس على هذا الوضع وان كان المركز
 موضع البصر لم انعكس الشعاع من موضع من المواضع لان الشعاعات
 كلها تكون اعده فلا انعكاس الاعلى انفسها وان كان المركز ليس على
 خط آ فانه يوجد قوس انعكس الشعاع من نقطه منها الى المضي الآ
 انها تكون نقطه واحدة فقط لا دايوه لانا اذا اسما خط آ و اورنا
 الشكل بغير وضع الشعاع الذي فيه الشعاع عند مركز السحاب اذ جمع
 الشعاع متحرك سوى خط آ و ليس مركز السحاب على خط آ و سر
 مع ذلك ثابت غير متحرك فمصر المركز بعد الجسر كخارجها عن الشعاع
 فلا يكون الخط الخارج عنه الى نقطه الانعكاس بعزم زاوية الشعاع
 بصينين ولا يكون السطح التي منها الشعاع صندا قائمه على سطح الكره الا السطح
 الاول فقط فليس يكون الانعكاس على هذا الوضع ايضا وان كان شبه
 آ الى آ اعظم من شبه آ الى آ لم يكن شبه آ الى آ اعظم من

خط الى مركزها يكون نسبة خط الى مركزها
 خارج العكس نقطه اذا خرج منها خط ما
 ليس عرض الانعكاس من محيط دايره في
 الكره الى موضع واحد الا اذا
 كان المركز على قطب المضي وموت
 المضي من البصر والبصر وعجلي
 النسب المقدمت بالانعكاس الذي
 يكون الاعلى الموضع الذي تقدم
 ولزم ايضا ان لا انعكاس الشعاع
 من هذه الكره الا من دايره واجده
 لانه قد بيننا ان انعكاس الشعاع
 من نصف دايره ودر التي بين
 فوق الارض الا من نقطه واجده
 ولا انعكاس من محيط
 الدايره الا على هذا الموضع
 فاما من سطح آخر كسرى فانه لا
 انعكاس ولكن الدايره التي
 رسمها نقطه ودايره وخط
 ونخرج خط الى مركزها
 كما كان في سطح الافق فلان
 دايره وخط رسمها نقطه
 ونحرك العكس على محور
 مركز الدايره على محور
 مركزها ونخرج سطح الافق
 ولكن نقطه ولنعط دايره
 وخط على خط الى مركزها
 ونخرج خط الى مركزها
 في سطح الافق وفي سطح
 الدايره في سطح الافق
 المشترك خطه وخطه
 دايره وخط انعكاس
 سطح دايره وهي التي
 فوق الافق ودايره وخط



هي دايره الانعكاس
 فاذا كان المضي على الافق
 وكان السحاب متصلا
 بالافق كانت قوس
 الانعكاس نصف دايره
 وذلك ما اردنا ان بين

واضا

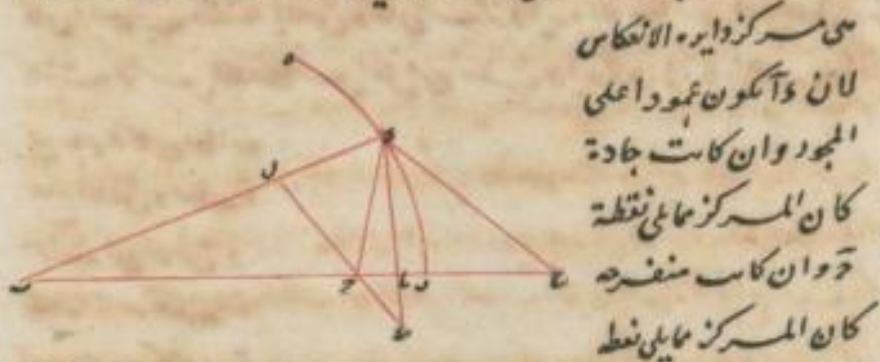
وايضا ينعكس من خط مركز القطع الافق ويكون نقطة مرتفعة عن الافق ونقطته
 منخفضة عنه ولكن العكس التي في السحاب وهو داييره
 الانعكاس طرحة ومركزها نقطة ابصارها نقطة آول حرج سطح
 الافق ولقطع داييره الانعكاس على خط طرحة فاذا كانت نقطة التي
 مركز الداييره وم على خط آول الذي تحت الافق كان قوس طرحة اقل
 من نصف داييره ومن فوق الافق فاذا كان المنفي مرتفعاً عن الافق و
 كان السحاب متصلاً بالافق وكان مركز داييره الانعكاس ماعلى نقطة
 كانت قوس الانعكاس اقل من نصف داييره واذا كان جميع ما ذكرنا



على جاره وكان خط افق
 يقطع الافق ونقطته
 منخفضة عن الافق و
 نقطته مرتفعة عنه
 وكان مركز داييره
 الانعكاس ماعلى قوس
 مثل فان قوس الانعكاس
 ايضا يكون اقل من نصف
 داييره لان مركزها

يكون تحت الافق فاذا كان المنفي منخفضاً عن الافق وكان السحاب متصلاً
 بالافق ومركز داييره الانعكاس تحت الافق كان قوس الانعكاس اقل
 من نصف داييره فاما ان كان مركز داييره الانعكاس موضع آول حرج السحاب
 متصلاً بالافق فان قوس الانعكاس على جميع الاوضاع يكون نصف داييره لان
 الافق يمس مركزها واما حجب النظر السليم فنقط فان قوس الانعكاس

يمكن ان يكون اعظم من نصف دائرة و يمكن ان يكون دائرة تامه و ذلك اذا
 كان السحاب المرسى منتهى الى الافق وكان المضي مرتفعا عن الافق وكان مركز
 دائرة الانعكاس مما يلي نقطة آ فان ذلك ليس بمتنع من حيث النظر
 وسن ذلك اذا لم يكن فرضنا الشكل الثالث فلانه قد بين ان يعط الانعكاس
 منى و زواوية و ذلك قايمة فزاوية و آحاده محتمل ان يكون زاوية و آد
 تمامه و منفرجه و حاده فان كانت زاوية و آد قايمة كانت نقطة آ



منى مركز دائرة الانعكاس
 لان و آ يكون عمودا على
 المجرور وان كانت حادة
 كان المركز مما يلي نقطة
 آ وان كانت منفرجه
 كان المركز مما يلي نقطه

ت لان العمود الخارج من نقطه و يقع مما يلي نقطة ت فيحتمل ان يكون مركز
 دائرة الانعكاس عن حسي نقطه آ و اذا كان ذلك كذلك وكان المركز كما
 على نقطه ج و كان السحاب منتهى الى الافق وكان المضي مرتفعا عن الافق فان
 الافق حده اما ان يقع دائرة الانعكاس او لا يعطها لانها ليست دائرة عظيمة
 فان قطعها فان الذي يقع فوق الافق يكون اعظم من نصف دائرة لان مركزها
 يكون فوق الافق وان لم يعطها بل كان موازيا لها او يلقى سطحها خارجها فان
 الدائرة كلها تكون ظاهرة فوق الافق وان كان المركز مما يلي نقطة د و كان
 المضي منخفضا عن الافق عرض ايضا مثل ذلك الا انه قد عرض في هذا الوضع ان لا
 يمشي جميع الساعات المنبكسة الى المضي لان المضي اذا كان تحت الافق وكان كرتة

الارض حائرة متناوئة فان الشعاع الذي سلك من النواحي المنخفضة من دايرة الانعكاس
منته كره الارض ان يمشى الى المضي فاما الشعاع الذي عينا منتهى اليه فهو الذي سلك من
لا اية احوال الدائرة معرض من ذلك ان يكون الشعاع الذي يمشى الى المضي هو الذي سلك
من جبهة السير من الدايرة فاما ان كانت التلوه من السحاب المتية للانعكاس ليس
من يسيها الى الافق ففوس الانعكاس في الاوضاع التي تقدمت سوى ما سويك بطي
العلمي المجرى من ابد اقل من نصف دايرة لان مسد كذا في سطح الافق او تحت الافق
وطر فاما ليس مهران الى الافق فعد من ماقنا كيف يعكس الشعاع من السحاب الى
اجرم المضي وكف يكون موضع الانعكاس فليس الآن كف يعرض الاثر المتكون فطانه
قد تقدم ان اجرم الربط الامس اذا انعكس منه الشعاع الى البصر ظهر لون البصر في موضع
الانعكاس وكان ايضا ملتبا يكون اجرم الذي يعكس منه الشعاع وكان ايضا اجرم الربط
اذ لم يكن في غاية الشيف ولاني فاية المناسبة لم يصدق فيه الرويه ولم يظهر ما يرى فيه
معما وجب من جمع ذلك ان يكون السحاب الذي يعكس منه الشعاع الى المضي يظهر
فه لون المضي ولكن ليس في العاية لان السحاب متلون فهو شوب ملونه لون البصر لانه
في غاية الشيف ولاني فاية تليس في كاية الملكسه فليس صدق الرويه فيه فالأثر الذي يظهر
اما سولون اجرم المضي وليس موشيد الاضارة لاسباب التي ذكرنا ما ولان اجرم المضي له
عرض وجب ان يكون موضع الانعكاس فاعرض لتكون الشعاع الذي سلك من ذلك العرض
شمل على جمع المضي فاما ان لا يظهر شكل في موضع الانعكاس فلان السكل انما يظهر بالانعكاس اذا
كان سطح الانعكاس في مقدار جمع وكان الانعكاس من موضع واحد من ذلك السطح والشعاع
سلك الذي يعكس على الوضع الذي ذكرناه انما من مواضع كثيرة مصلة وان كان سطح السحاب الذي
الانعكاس سطح واحد امس كرايا فليس يظهر منه سكل المبصر لان الشعاع يعكس من قطعة كره
الاجرم المضي وكل نقطة من سطح اجرم المضي الذي يعكس اليها الشعاع تحصل صورتهما في محيطه وآ

اجرم

من سطح الكروي المتأثر لاني نقطه ويكون كل موضع من السطح المتأثر منه صورة المبدع متعلقا بقطب
التقطعه المتأثره فليس يظهر في موضع منها منعدوه فلذلك لا يظهر سلكه وان كان السطح الذي من الانكسار
مائل من اجزاء متفرقه فليس يظهر فيه السلك لان السطح الاملس اذا كان في قايه الضربه بالاضافه
الى المبدع يظهر فيه لون المبدع فقط ولم يظهر سلكه فكل واحد من تلك الاجزاء يظهر لونه المبدع
فقط بعد سنين من حرقها ان العنوس التي يظهر في الهواء انما هي لون اجرام المنفي في
الهواء الرطب وبرد من لانكمال سماع البصر عن الهواء الغليظ الرطب اذا كان مهيئا
اليته التي وصفاها ما اختلف الالوان التي يظهر في العنوس والبعوض فان ذلك انما هو من
من امتزاج الضور بالنظر وحسب اختلاف كميته النحل ولان اجرام الرطب الذي يظهر
فيه العنوس الذي هو السحاب وما جرى مجراه فله كثافه وفه شذف ما والضور يظهر في
سطح الادي وسذا ايضا فيه فالذي يظهر في سطح الادي يكون ضورا اضافيا والذي سعه
لشده يكون ممتزجا بالنظر الذي في مضاعف اجرام الذي هو من كثافه اجرام فاذا امتزج
الضور بالنظر مولدات منه الوان الساعه وكلها كان الضور اكر يعود او ابعده عن
السطح الادي كان اقوى فالساعه التي يظهر في العنوس من الوان ما سعه من الضور في
سعه اجرام الرطب الممتزج بالنظر يظهر عن الشعاعات التي يعكس من الاجزاء والعنوس
الملس التي في داخل اجرام الرطب التي من وراء السطح الادي ومنه الاجزاء من الرذاذ
العنابر الرطب المضاف واما العنابر فلها مستديره وجب ان يكون شكل السحاب
الذي ساشرفه شكلا يمكن ان يوترق فيه دايره وقد يمكن ذلك في السطح المستوي والمجرب
والمقعر الا ان الاشبه بالامر الطبيعي وبما هو في طبيعة الهواء ان يكون شكلا كرامقوا
بعضه مما على البصر ولان هذا الامر موضع انكسار الشعاع الى اجرام المضي كما انما
فيما سدهم وجب ان يكون حسيه السحاب الذي يظهر فيه هذا الاثر المسد التي يمكن ان يسكن معها
الشعاع من محيط دايره الى نقطه واحده فنعول اولان هذا الاثر سده بعض اذا كان السحاب

خارجا بناد من اجرم المضي ويرى المضي ايضا في كل اجزاء على استقامة في وسط الهالة كما
 يرى له لم يكن هناك خارج الان السحاب الذي يظهره هذا الاثر يكون رقيقا يظهر المضي من
 وراءه وليس يمكن ان يكون ادراك في وسط الهالة بذلك الشعاع المنعكس لان المدرك
 شعاع منكسر يرى على استقامة الشعاع الاقول الذي انكسر في موضع الانكسار او على
 استقامة ولو ادرك بكل الشعاع لكان يرى على استقامة كل الخطوط الخارجة الى موضع
 الانكسار وكان حال مستديرا مستقلا ولا يرى مثل الشعاعات الا على استقامة تلك الشعاعات
 وقد يظهر في هذه الحال على هذه العضة وهو الاثر الذي هو الهالة الا ان مع ذلك قد يدرك
 ايضا على استقامة في وسط ذلك الاثر المستدير الذي هو موضع الانكسار فربما ان
 يكون مبيد السحاب المضي للانعكاس الهية يمكن ان يكثر فيها الشعاع الى اجرم المضي
 من محيط دايرة ويمكن ايضا ان يرى فيه المضي على استقامة وفي وسط تلك
 الدايرة ويكون الادراك ان يبا وليس يمكن ايضا ان يكون ادراك في وسط الاثر
 بشعاع آخر متكبير في تلك الشعاعات بل شعاع مستقيم وذلك ان الشعاعات
 التي تسلك من الخط المستدير الى نقطه واجده وضع جميعها عند البصر وضع واجده
 ووضعها ايضا عند تلك النقطه وضع واجده والشعاع الذي يسلك من الاثر المستدير
 الى المضي وضعه عند البصر وضع واجده ووضع عند المضي ايضا وضع واجده ولا
 يكون ذلك الا اذا كان البصر والمضي جميعا على الخط الذي يخرج من مركز السحاب
 الى مركز تلك الدايرة التي هي الهالة لان هذا الخط واجده هو الذي يكون وضع
 الخطوط التي يخرج من كل نقطه من الدايرة وضع واجده واذا
 كان البصر على ذلك الخط كان الشعاع الذي يخرج من ذلك الخط عمودا على سطح
 الكسرة ولا يسلك على استقامة ويكون الشعاعات المنكسرة كلها على
 ذلك النقطه فاذا ادرك في كل مبيد شعاع منكسر فانما يظهر ماملا على الوسط لا

انكسار

لاني الوسط لانه يظهر على استقامة الشعاع الذي انكسر منه فلن يدرك المضي في ذلك
 الوقت على الاستقامة شعاع مكسب بل شعاع مستقيم ولان المبصرات التي هي
 من وراء الاجسام الرطبة قد تدرك على الاستقامة اذ اكان شعاع البصر
 الخارج الى وسط المبصر عمودا على سطح اجسام الرطب وحب من جميع ذلك ان
 يكون الشعاع الذي يخرج من ابصارنا الى اجسام المضي في وقت الاشارة
 على استقامة ذلك الخط الذي يخرج من مركز السحاب الى مركز تلك الدائرة
 لان ذلك الخط هو عمود على سطح السحاب والخط الذي يصل بين مركز السحاب
 وبين ابصارنا اذا خرج على استقامة اسمى الى الجسم المضي فالشعاع
 الذي يخرج على استقامة يدرك به الجسم المضي الا ان اجسام الرطب اذا تعديت
 الشعاع الى مبصر ما فليس يعطف في تلك من سطح شعاع آخر الى ذلك المبصر لان
 الانعطاف انما يكون اذا لم يكن نفوذ الشعاع وذلك وضع اجسام الرطب مانعا
 من النفوذ فحينئذ يعطف الشعاع الى ناحية العمود الذي يخرج من موضع الانكسار
 على سطح اجسام الرطب فاما اذا كان الشعاع عمودا فانه سفل على استقامة ويدرك
 المبصر كما يدرك على استقامة من غير سائر ولا يدرك المبصر حينئذ بغير ذلك الشعاع
 لان الساعات التي هي التي تكسبه من سطح اجسام الرطب لا تاتي ذلك العمود في
 تلك اجسامه سدا جال سطوح الاجسام الرطبة الطبيعية قد بين ذلك اصحاب العالم
 في كتبهم وقد علمه بالاستقراء في الاجسام الرطبة التي يلبسها منسجها ايضا بالبرهان
 فلكن الخط الذي يمس بمركز السحاب ومركز دايره الانكسار وينتهي الى المضي
 وعله يكون ابصارنا كما يمشا خطا آخر ولكن المضي وهو موضع البصر اوله وتتم
 في كرتة السحاب قوس هدم ولكن قد على محيط دايرة الانكسار التي هي
 الهاله مركز السحاب اذ كان قد بين انه لا يكون الا على خط ا ب فهو ما يعطف

اكان م

مكس

آلتى في البصر واما منتدته فهنا الى جهة السحاب واما ساخرة عنها فان كان المركز
 نقطة آلتى في البصر لم يعطف شئ من الشعاع لانها تكون اعمدة على سطح
 السحاب فهو اذن اما معتمد على البصر او متافر عنه فليكن مثل نقطة د او مثل سطح
 قم وخرج شعاع اوتى وخرج قطري ح ط و قع شعاع اوتى انا منعطف الى جهة
 الهمود و الخارج من نقطة د على سطح كرتة السحاب و الهمود اما ان يكون د و ط
 و اما ان يكون م و ق فان كان المركز م و الهمود م و قع والشعاع منعطف الى جهة ق
 مثل د و ط ليس يلقى منعطفات التي في المضي ابدأ وان كان المركز م و الهمود ح و ط
 فالشعاع منعطف الى جهة ط الا انه لا يبلغ الى د كما ولا يجاوزه بل يكون مثل د لان
 الانعطاف يكون الى الهمود لا عليه ولا عنه و اذا كان مثل د و ط ليس يلقى منعطفات
 التي في المضي ابدأ فليس منعطف الشعاع من متحركة السحاب الى الجسم
 المضي في وقت ظهور الهاله بوجه من الوجوه الا انه يمكن ان يكون



السحاب فبعد تكون الشعاع الخارج الى تلك الاجزاء الماسرة لثاقفه على الاستقامة تنكس
 على رؤيا متساوية و يلقى عند الجسم المضي او يكون الشعاع منعطف من سطح الاجزاء
 الصغار التي في الرذاد المسالفة سطحها الكروي من جوانبها اعني من المواضع منها
 التي تكون اقطار السحاب المتوهمه خارجة عن مركزه الى مواضع الانعكاس
 منها مماسته لها هذان الوضهان هو الذي يحتمل ان يظهر منه صمدان الاثران اعني

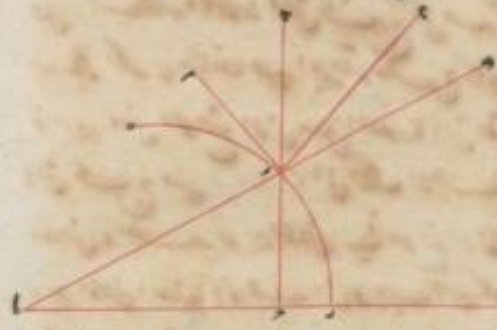
الهالك فاما كيف يكون الانعكاس كما اصف سويم في كره السحاب قوسه قد
 ولكن موضع ابصارنا او موضع المنى متصل برآ ولكن مركز السحاب نقطة لان
 هذا الوضع هو الذي يمكن ان يظهر منه هذا الا انما غيره فليس يمكن ذلك فهو وسن
 ايضا انه لا يمكن ولان مركز السحاب اذا كان حافظا كمرته يكون ربع نصف قطره
 كره السحاب ورا بعد السحاب وان بعد المنى وقد سن من قبل ان ات جزء ^{المقار} ليبيه
 عندا ووجه ايضا جزيره فذات مما يمكن ان يكون اضعاف ان وليس حركه
 اشعاع بر منه حوالا ازا اعظم من نسبة حركه ال بر واذا بد لنا كانت نسبة آخر
 ال حركه اعظم من نسبة ال حركه او اذا كانت كانت نسبة ال انا اعظم من نسبة ال
 حركه فمحمل نسبة ال حركه الى حركه ال حركه ما ساو متصله في حركه ال
 فاقول ان الشعاع الذي يخرج من نقطه آ الى نقطه ب انعكس على خط حدط على زاوية
 متساويه الى نقطه ب برمان ذلك اما يخرج بدها على استقامة ويخرج خطا له جهودا
 على خط حركه فلان حركه ما ساو يكون زاوية حركه قائمه فخط حركه موازي لمخط حركه ل
 لان نسبة حركه ال حركه الى حركه ال حركه تكون نسبة حركه ال حركه الى حركه ال حركه
 حركه ال حركه الى حركه ال حركه الى حركه ال حركه الى حركه ال حركه الى حركه ال حركه
 حركه ال حركه الى حركه ال حركه الى حركه ال حركه الى حركه ال حركه الى حركه ال حركه
 حركه ال حركه الى حركه ال حركه الى حركه ال حركه الى حركه ال حركه الى حركه ال حركه
 زاوية نقطه فاشعاع الذي يخرج على او انعكس عن خط حركه الى نقطه ب ودون ما اردنا



ان سن وسن عن قرب انه
 لا انعكس شعاع على هذه الصفة
 من نقطه غير نقطه و ذلك انه
 متى انعكس شعاع على هذه الصفة
 فيه الشعاع الاول اخرجنا من موضع

الانعكاس خطا مما ضو على خط ات على نقطه غير نقطه ج ولكن نقطه م و من يعكس
 ابره ان ان شبه ج الى ا م كنسبه ات الى ا ج وسذا مجال فليس يعكس عند فوس
 رة و لو كانت نصف دايرة شعاع على هذه الصفة الامن نقطه فاذا اسماظ
 تة و او زامثلت م ح رسمت في كره السحاب دايرة وكون كل الشعاعات التي
 يخرج الي محيطها يعكس على هذه الصفة لانه محور على كل نقطه منها شكل مثلث
 مثل الشكل الاول فاذا كان في كره السحاب اجزاء ملس متالفة
 على استقامة الخطوط التي يخرج الي مركز السحاب مثل خط م ح اذا كان
 سطح الكره متاف من اجزاء ملس وكان وضع السطح الكروي من البصر
 و من المضي الوضع الذي جعل الصورة التي تقدم بيانها فان الشعاعات
 التي يخرج من ابصارنا الي تلك الاجزاء يعكس من جميعها الي
 المضي و يظهر لون المضي في موضع الانعكاس على ما بيننا فما تقدم و
 لان المضي ايضا ذو عرض و يجب ان يكون الشعاع المنعكس اليه
 يعكس من خطوط لها قدر ما يجب فكل قدر ذلك المضي و ذلك القدر
 من طول الخطوط يكون في شكل السحاب و لذلك يظهر في
 شدة من اجزاء كثيرة مستطبة في موضع الانعكاس في مسافة
 لها قدر ما يجب قدر ذلك المضي و تلك الاجزاء اما ان يكون مسطبة
 في شكل السحاب و لذلك يظهر اللون في السحاب ذا عرض
 فهذا الوضع الذي نشره لنا للسحاب هو الذي يمكن ان سائر منه
 هذا الاثر وهو الذي يحتمل ان يلقى بالاسر الطمس و اقول ايضا
 انه لا يمكن ان يكون مركز السحاب على عرض هذا الوضع و قد سبق انه على
 الخط الذي يصل بين البصر و المضي فاقول انه لا يكون في موضع متاخر

للبصر ولا مقتدما الى السحاب ولا على خلاف النسبة التي فرضت وذلك
 انه ان كان على خلاف النسبة التي فرضت لم يكن نقطة خارج القوس ولم يتم
 الانعكاس وان كان المركز موضع البصر فان الشعاعات كلها لا سفد على استقامة
 ولا عكس فليس هو في موضع البصر وان كان مقتدا للبصر لم يصح ايضا ان
 يكون الانعكاس من جيبا وايرة الى نقطة طلعت الصورة وخرج شعاع
 ارتد ويصل حرة وسفده الى ان شعاع اذا انعكس عن خط حدة فانه



عكس مثل اوم وان نفذ
 في اجرم الزئبق فانه مثل اوم
 على الايك تماثله بل يعطف
 الى جيبه ط مثل اول لانه
 يسيل ابدأ الى ما حيه اليهود
 الذي يخرج من موضع ب

هيس خرج

الانعطف الذي هو مثل حرة فعلى كما انك ان ليس متى الشعاع الى نقطة
 ليس يكون مركز كرة السحاب الاعلى الصورة الاولى وذلك ما اردنا ان
 من فوجدت القول على القوس والبال وقد ما كان فيما يشاء ان
 جمع من ما يوجد الامر الاعلى التعليل ويجعله الامر الطبيعي ويكون مطالبنا
 الموجود من امر مدين الاثرين وقد انسا على ذلك واجدته ريت
 والصلوة على خير خلقه محمد وآله اجمعين تمت المقالة بعد وجبت
 على يد المتعجب عباد الله الجيد الفقيه الغريب ما ريد اصلاح الله اجره

اللائق بالاسلام
صلوات الله وسلامه
على سيدنا محمد وآله