

BÎRÛNÎ VE İBNÜ'L-HEYSEM'İN BİLİMSEL YÖNTEM TASAVVURLARININ KARŞILAŞTIRMALI BİR DEĞERLENDİRMESİ

A Comparative Evaluation of Al-Bîrûnî and Ibn al-Haytham's Conceptions of the Scientific Method

Kubilay SAYGILI

Doktora Öğrencisi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Felsefe Anabilim Dalı, Muğla/Türkiye
Ph.D. Student, Muğla Sıtkı Koçman University, Institute of Social Sciences, Department of Philosophy, Muğla/Türkiye
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2402-8406> | E-Posta: kubilaysaygili93@gmail.com

Article Information / Makale Bilgisi

Article Type (Makale Türü)	Research Article (Araştırma Makalesi)	Submission Date (Gönderim Tarihi)	31/03/2026
Acceptance Date (Kabul Tarihi)	29/04/2026	Publication Date (Yayınlanma Tarihi)	04/05/2026
Peer-Review (Değerlendirme)	Double anonymized – At Least Two External (Çift Taraflı Körleme / En az İki Dış Hakem)	Plagiarism Checks (Benzerlik Taraması)	Yes (Evet) – Ithenticate/Turnitin/intihal.net
Ethical Statement (Etik Beyan)	It is declared that scientific, ethical principles have been followed while carrying out and writing this study, and that all the sources used have been properly cited. (Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur).		
Plagiarism Checks (Benzerlik Taraması)	Yes (Evet) – Ithenticate/Turnitin/intihal.net		
Conflicts of Interest (Çıkar Çatışması)	The author(s) has no conflict of interest to declare (Çıkar çatışması beyan edilmemiştir).		
Author Contribution Rate (Yazar Katkı Oranı)	The author contributed to the design of the study; data collection; data analysis; article writing; article submission and revision stages (100%). (Yazar, çalışmanın tasarlanması; veri toplanması; veri analizi; makalenin yazımı; makalenin gönderimi ve revizyonu aşmalarında (%100) oranında katkı sunmuştur.)		
Grant Support (Finansman)	This study was not supported by any institution and received no financial or other kind of assistance. (Bu çalışma için herhangi bir kurumdan destek alınmamıştır ve herhangi bir finansal veya başka türden destek sağlanmamıştır.)		
Copyright & License (Telif Hakkı ve Lisans)	The authors own the copyright of their published work and their work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0). (Yazarlar yayımlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları Creative Commons Atıf Gayrı Ticari 4.0 Uluslararası (CC BY-NC-ND 4.0) olarak lisanslıdır.) The scientific and legal responsibility of the articles published in the journal belongs entirely to the author(s). (Dergide yayımlanan makalelerin bilimsel ve hukuki sorumluluğu tamamen yazar(lar)ına aittir.)		
Citation (Atıf Künyesi)	Saygılı, K. (2026). Bîrûnî ve İbnü'l-Heysem'in Bilimsel Yöntem Tasavvurlarının Karşılaştırmalı Bir Değerlendirmesi. <i>Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi</i> , (16), 105-140. DOI: https://doi.org/10.47948/efad.1919997		

Öz

Bu çalışma Klasik dönem İslâm dünyasının seçkin isimleri arasında yer alan Bîrûnî ve İbnü'l-Heysem'in bilimsel yöntem tasavvurlarını karşılaştırmalı bir bakış açısı ile incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın temel problematiğini Antik Grek bilim geleneğini bir çıkmaza sürükleyen temsil krizi ve bu krizin söz konusu iki düşünürün metodolojik yaklaşımlarıyla nasıl aşıldığı sorusu oluşturmaktadır. Bu çalışma, Antik Grek ve Orta Çağ İslâm düşüncesinde geometri ile deney arasındaki ilişkinin mahiyetini soruşturur. Çözümlemek istenen temel sorun, matematiksel açıdan başarılı bir modelin, fiziksel gerçekliği tam anlamıyla açıklayıp açıklayamayacağıdır. Yöntem tartışmasının kökenine Platon ve Aristoteles'i konumlandırmak mümkündür. Platon, geometriyi hakikate ulaşmanın ayrıcalıklı yolu olarak görerek duysal dünyayı geri plana iterken Aristoteles, matematiği doğa araştırmasının merkezinden uzaklaştırıp nedensel açıklamayı esas almıştır. Ptolemaios ise bu iki mirası farklı bir biçimde devralarak matematiği fiziksel nedensellikten koparmış, onu yalnızca fenomenleri kurtaran bir hesaplama aracına dönüştürmüştür. Böylece bilimde matematiksel temsil ile fiziksel gerçeklik arasındaki bağ zayıflamıştır. Çalışma bu krize karşı Bîrûnî ve İbnü'l-Heysem'in iki özgün ancak birbirini tamamlayan yaklaşım geliştirdiğini savunur. Bîrûnî, geometriyi soyut ve araçsal bir şema olmaktan çıkarıp ölçüm, karşılaştırma ve gözlemle desteklenen ampirik bir bilgi aracına dönüştürerek matematiği fiziksel dünyanın kavranmasında kullanmıştır. İbnü'l-Heysem ise kontrollü deney, tümevarım ve matematiksel analizi birleştirerek fiziksel olguları aktif bir gözlem ortamında test etmiş ve nedenselliği deneysel anlamda temellendirmiştir. Sonuç olarak bu çalışma, Bîrûnî'nin geometriyi ampirikleştirdiğini, İbnü'l-Heysem'in ise deneyi matematikselleştirdiğini; bu anlamda her iki düşünürün birlikte temsil krizini aşarak modern bilimsel yöntemin kimi temel izlerini üzerinde taşıdıklarını ileri sürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bilimsel Yöntem, Geometri, Deney, Gözlem, Matematiksel Düşünme.

Abstract

This study examines the conceptions of the scientific method held by of Al-Bîrûnî and Ibn al-Haytham, two distinguished figures of the classical Islamic world, from a comparative perspective. It addresses the crisis of representation, an issue that drove the ancient Greek scientific tradition into a deadlock. The study investigate how this crisis was overcome through the methodological approaches of Al-Bîrûnî and Ibn al-Haytham. It also investigates the relationship between geometry and experimentation in ancient Greek and Medieval Islamic thought. The main problem is whether a mathematically successful model can fully explain physical reality. Plato and Aristotle laid the foundation for this methodological debate. Plato viewed geometry as the privileged path to truth and relegated the sensory world to a secondary status. Aristotle displaced mathematics from the center of natural inquiry and established causal explanation as its foundation. Ptolemy approached these traditions in a distinct manner. He cut the link between mathematics and physical causality, turning mathematics into a mere computational tool that "saves the phenomena." This shift weakened the bond between mathematical representation and physical reality in science. The study argues that Al-Bîrûnî and Ibn al-Haytham developed two original, yet complementary, approaches to this crisis. Al-Bîrûnî rescued geometry from abstraction and instrumentalism. He made it an empirical tool grounded in measurement, comparison, and observation. Ibn al-Haytham integrated controlled experimentation, induction, and mathematical analysis. He tested physical phenomena under systematic experimental conditions and establishing causality through empirical verification. In conclusion, Al-Bîrûnî grounded geometry in empirical practice, while Ibn al-Haytham applied mathematical rigor to experimentation. Together, they overcame the crisis of representation and laid foundational precursors to the modern scientific method.

Keywords: Scientific Method, Geometry, Experiment, Observation, Mathematical Reasoning.

Giriş

Sanat ve felsefe gibi entelektüel etkinliklerden farklı olarak bilimin düşüncenin tarihsel serüveni boyunca insanın dünyayı anlamlandırma gayretini yoğun bir şekilde beslediği açıktır. Bu gayreti başarıya dönüştükçe, insanın sağlam ve güvenilir bilgi arayışının hız kazandığı ve bunun sonuçlarından biri olarak hedefe kusursuz varmayı sağlayacak bir yöntem arayışına girdiği de bilim ve felsefe tarihi araştırmalarından anlaşılmaktadır. Öyleyse şu soru kaçınılmaz olarak öne çıkmak durumundadır: Bilimi insan için ayrıcalıklı kılan nedir? Soru farklı yönlerden birkaç türlü cevaplanabilir; ancak biz bu araştırmamızda yöntem odaklı bir yaklaşımı esas almayı yeğledik. Bunun temel nedeni ise bilimin doğasını aydınlatmaya yönelik felsefe ve bilim tarihi incelemelerinin, bilim etkinliğini sadece sonuçları açısından değil, aynı zamanda bu sonuçların hangi süreçlerden geçerek elde edildiğinin ve bunun için nasıl bir yöntem izlendiğine odaklanılmasının gerekliliğini öne çıkarmış olmasıdır. Batı kültür dünyası açısından konu ele alındığında, on altıncı yüzyıldan başlayarak bilimin doğasının anlaşılmasına yönelik bugün için temel metinler olduğu kabul edilen eserlerin hazırlandığı bilinmektedir. Bu türden eserlere örnek olarak Francis Bacon'ın (1561-1626) *Novum Organum*'u, René Descartes'ın (1596-1650) *Yöntem Üzerine Söylev*'i ve Isaac Newton'un (1643-1727) *Doğa Felsefesinin Matematik İlkeleri* ilk anda sayılabilecek çalışmalardan birkaçıdır. Bunların hepsi bilim etkinliğinin problem tespitinden başlayarak sonlandırılıncaya kadar izlenmesi gereken aşamaların belirtildiği izlenceler sunmaktadır. Buna karşın Doğu kültür dünyasında hem bilimsel araştırmalarda izlenen süreçlere ilişkin kaleme alınmış bağımsız eserlerin neler oldukları hem de bu eserlerde araştırma süreçlerine yönelik ne tür kural ilke ve aşamaların önerildiği ise yeterince araştırılmış değildir. Mesela Fârâbî'nin (870-950), İbn Sînâ'nın (980-1037) veya Hârezmî'nin (780-850) bilimsel yöntem, bilgi kuramsal idealler ve kültürel kabuller hakkındaki görüşlerini ele alan kapsamlı çalışmaların bulunduğundan söz etmek olanaklı görünmemektedir.

Köklerini Antik Grek düşüncesinden alan ve modern bilim felsefesine değin uzanan, bilimin doğasının anlaşılmasını temele alan bilimsel yöntem sorunu, Doğu bilim ve felsefe geleneğine matematiksel temsiller ile fiziksel gerçeklikler arasındaki ilişkinin nasıl kurulabileceğine ilişkin belirli bir epistemolojik gerilimi de miras bırakmıştır. Matematikğin doğayı ideal ve düzenli bir yapı içinde temsil etme gücü ile gözlem ve deneyin doğadaki neden-etki biçiminde gerçekleşen işleyişini açığa çıkarma kapasitesi arasındaki gerilim, bilimsel yöntemin tarihsel gelişiminde belirleyici bir rol üstlenmiştir. Antik Grek bilim geleneğinde bu gerilim, matematiğe izafe edilen idealizm ile nedene dayalı açıklama arasında bir ayrışma olarak ortaya çıkmıştır. Nitekim Platon matematiği hakikatin ayrıcalıklı yolu olarak konumlandırırken Aristoteles doğa araştırmasını nedeni gösterilmiş açıklama temelinde yeniden yapılandırmıştır. Bu iki yaklaşımın tematik örgüsü daha sonra Ptolemaios tarafından astronomi disiplini özelinde belirginleştirilmiş, ancak matematiksel başarı ile fiziksel açıklama arasında birbirlerini bütünüyle destekleyen bir kuramsal yapı oluşturulamayınca bu kez beklenenin aksine kalıcı bir epistemik

kopuş ortaya çıkmıştır. Başka bir deyişle, matematiksel modellerin fenomenleri başarıyla temsil etmesine rağmen, fiziksel nedenselliğin dışarıda bırakılması nedeniyle, bilimsel bilginin statüsüne ilişkin temel bir problem gündeme oturmuştur. Bundan dolayı bu çalışmada, söz konusu problem “temsil krizi” biçiminde kavramlaştırılarak irdelenmiştir.

Klasik dönem İslâm dünyasında gerçekleştirilen bilimsel çalışmalara da sirayet eden bu epistemik gerilim, yalnızca devralınmakla kalmamış, aynı zamanda eleştirel biçimde yeniden yapılandırılmıştır. Bu yeniden yapılandırma sürecinde özellikle Bîrûnî ve İbnü'l-Heysem, epistemik gerilimin olgusal ve nedensel boyutlarını içerecek bir biçimde oluşturdıkları bilimsel yöntem tasarımlarında matematik modeller ile fiziksel nedenselliği iki farklı ancak birbirini tamamlayan özgün yaklaşımlar ışığında birleştirmeyi denemişlerdir. Bîrûnî, matematiksel temsilleri ölçüm, gözlem ve karşılaştırma yoluyla ampirik bir temele oturtturarak geometrinin epistemik statüsünü yeniden tanımlamış; İbnü'l-Heysem ise kontrollü deney ve matematiksel analiz aracılığıyla fiziksel olguları aktif bir müdahale sürecine dahil ederek nedenselliği deneysel olarak temellendirmiştir.

Bu tespitlerden hareketle kaleme alınan bu makale, söz konusu iki düşünürün bilimsel yöntem anlayışlarını karşılaştırmalı bir perspektiften inceleyerek Antik Grek bilim geleneğinde ortaya çıkan temsil krizinin İslâm dünyasında yapılan bilimsel çalışmalarda nasıl yeniden yapılandırıldığını ortaya koymayı amaçlamaktadır. Araştırma boyunca savunulan ve temellendirilmeye çalışılan tez, Bîrûnî ve İbnü'l-Heysem'in bilimsel yöntemi iki ayrı doğrultuda geliştirmiş olmalarına rağmen bu yaklaşımların epistemik olarak tamamlayıcı olduğu ve birlikte ele alındığında matematiksel temsil ile deneysel müdahale arasında bir entegrasyon modeli sunduğudur. Bu çerçevede makale, bilimsel yöntemin tarihsel gelişimini doğrusal bir ilerleme anlatısı olarak değil, farklı epistemik stratejilerin gerilim ve etkileşimi üzerinden şekillenen çok katmanlı bir süreç olarak yeniden değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

1. Bilimsel Yöntem Üzerine

Bilimsel yöntem, Bertrand Russell'ın (1872-1970) belirttiği üzere karmaşık görünse de özünde şaşırtıcı derecede basittir. Çünkü belirli türde olguların gözlemlenmesinden ve bu olguları yöneten kuralların keşfedilmesinden ibarettir (Russell, 2019: 35). Böyle bir betimleme ilk bakışta ateşin yakıcı olduğunu birkaç deneyimden sonra kavrayan insanı bile bu yöntemin bir taşıyıcısı ilan etmek adına yeterli gözükmemektedir. Ancak yönteme bilimsel bir içerik kazandırmak basit bir genelleme yapmanın ötesinde olgular arasında titiz bir seçim yapmayı ve çıkarımların (tümevarımın ve tümdengelim) yanına karmaşık araçları, mesela sayı ve ölçüyü eklemeyi gerektiriyordu. Nitekim bilimsel *yöntem* yaklaşımının köklerini Grek düşünce dünyasına egemen olan akla dayandırmak tam da böyle bir yaklaşım gözetilerek belirlendiğini göstermektedir. Zira burada rasyonel doğa kavrayışı ile

matematiksel akıl yürütme arasındaki ilişkinin belirginleştirilmesine özen gösterildiği açıkça anlaşılmaktadır. Eudoksoşçu kozmolojiden Aristarkhos'un (MÖ 310-230) Güneş merkezli modeline, Hipparkhos'un (MÖ 190-120) trigonometrik hesaplamalarından Eukleides'in matematik temelli optiğine kadar Grek düşüncesi muazzam nicel başarılar sergilemiştir. Köklerini Pythagorasçı *matematiksel doğa* fikrinden alan ve Platon (MÖ 427-347) ile olgunlaşan bu gelenekte bilimin amacı fenomenlerin ardındaki kusursuz matematiksel düzeni akıl yoluyla yeniden inşa etmektir. Tıpkı geometri bilginlerinin tek ya da çift sayılar, açılar ve düzlemsel şekiller gibi birtakım ilkelere hareket edip varsayımlara dayanarak kesin sonuçlara ulaşması gibi, Platon da geometriden aldığı bu (hipotetik analiz)¹ yöntemi tüm bilgi türleri için oluşturmaya ve evrenin düzenini akıl yoluyla yeniden inşa etmeye çalışmıştır. Platon'un bu girişimi, matematik ve fiziğin sunduğu kesinliğin temel doğasını ararken doğal (fiziksel) açıklamaları yetersiz bulmasının bir sonucudur. Bu yönelim aynı zamanda evrensel bir açıklama modelini nesnelerin maddî tözlerine dayandırmak yerine, geometrinin aksiyomatik yapısını (hipotetik analizi) örnek alma ve nesnelerin durumunu ve niteliklerini belirleyen "formel zorunluluk" üzerine inşa etme çabasının bir ifadesidir (Tağman, 2018a: 182,183-186). Aristoteles (MÖ 384-322) ise bu idealist tutuma karşı çıkarak yöntemin merkezine *tözsel nedenselliği* yerleştirmekte ve "bir nesnenin ilmi ancak onun sebebi bilindiğinde elde edilir" (Aristoteles, 1996a: 6-7) demektedir ki bu da yöntemi tikel gözlemlerden tümel ilkelere uzanan zorunlu bir nedensel açıklama (*apodeiktik*) sürecine dönüştüren kesin bir belirleme olarak karşımıza çıkmaktadır. Tanıtlama (*apódeiksis*) olarak adlandırılan söz konusu mantıksal yöntem insanı kesin bilgiye ulaştıran bir araç; aynı zamanda bilginin (zorunlu ilkelere dayandırılması hususunda) bilimsel bir nitelik kazanmasında en yetkin akıl yürütme tarzıdır (Tağman, 2018b: 85,93). Ne var ki Grek dünyasında doğayı rasyonel çerçevede anlamlandırma çabası, geometri ve tümdengelim mantığı dışında sistematik bir uygulama alanı bulamamıştır. Deneysel etkinliklerin pratik bir zanaat (*techne*) uğraşı olarak değerlendirilmesi ve teorik aklın (*episteme*) gerisinde görülmesi, bilimsel yöntemin deney odaklı bir metodoloji şeklinde yerleşmesini engellemiştir. Bu ontolojik ve yöntemsel gerilim, Ptolemaios'un astronomi ve optik alanındaki "araşsalıcı" yaklaşımıyla bir krize sürüklenmiştir. Platon ve Aristoteles'te doğanın özsel düzenini açıklayan geometri, Ptolemaios ile birlikte hakikatin teminatı olmaktan çıkıp gözlem verileriyle çelişmeyen, *görüngüleri kurtaran* teknik bir uyum ve düzenleme mekanizması işlevi üstlenmiştir. Bu yaklaşımıyla geometriyi fiziksel nedensellikten dışlayarak onu yalnızca bir hesaplama ve öngörü aracına dönüştürmekle birlikte Ptolemaios, gelecek kültür çevrelerine açık uçlu ve uzun soluklu bir problemi de hediye etmiştir: Deney mi yoksa geometri mi hakikatin yoldaşdır?

Ptolemaios'un bu yaklaşımı onun bilimsel çalışma stratejisinin önemli zayıflıklarından biri olarak görünse de şöyle bir soruyu gündeme getirmekle önemli

¹ Hipotetik analiz yönteminin Platon'un *Menon* diyalogu bağlamında ele alınışına ilişkin detaylı incelemesi için bkz. Tağman, 2018a: 185-186.

bir işlevi de yerine getirmiş olmaktadır: Matematiksel açıdan son derece tutarlı ve işlevsel olan bir kuram, fiziksel ve ontolojik bir karşılıktan yoksun olabilir mi? Bilimsel yöntemin yegâne işlevi, anomalileri geometrik düzeneklerle “kurtarmak” mıdır; yoksa matematiğin kesinliği ile fiziksel nedenselliği, doğanın hakikatini açığa çıkaracak şekilde sentezlemek mi gerekir? Ünlü bilim tarihçisi ve felsefecisi Pierre Duhem’e (1861-1916) göre Ptolemaios için astronomi kuramının iki temel niteliği vardır: Bu niteliklerden ilki; sayısal olarak doğru sonuçlar vermesi, dolayısıyla görüngüleri kurtarmasıdır. İkincisi ise (geometrik aygıtı) mümkün olan en büyük yalınlığa sahip olmasıdır (Duhem, 1985: xxi). Nitekim gök bilimcinin görevi gök cisimlerinin fiziksel doğası üzerine bir keşifte bulunmak değil, yalnızca görüngüleri kurtarmak adına en basit matematik hesaplamalarını bir arada tutmaktır. Burada şöyle bir problem ortaya çıkmaktadır: Görüngülerle tam olarak uyum sağlayan ve eksiksiz bir hesaplama başarısı ortaya koyan matematiksel kurgu, fizik doğa açısından tamamen gerçek dışı sayılabilir mi ya da matematiksel hesaplama ile elde edilen başarı nedensel açıklamanın yerini tutabilir mi? Bu sorular bir yönüyle Grek bilimindeki temsil krizini derinleştirirken diğer yönüyle sonraki yüzyıllardaki metodoloji probleminin gelişimi üzerinde bir etkiye sahip olacaktır.²

Temsil krizinin Orta Çağ İslâm dünyasına intikali, bilimsel yöntemin yeniden inşa edildiği yeni bir dönemin fitilini ateşlemiştir. Bu dönemde Câbir ibn Hayyân’ın (721-815) kimyada, İbn Sînâ’nın ise fizikte attığı kuramsal ve deneysel adımlar ivme yaratmış olsa da; Galileo’ya kadar uzanacak olan modern metodolojinin temelleri, tekil gözlemleri evrensel yasalarla sentezleyen çok daha köklü bir *matematiksel fizik* kurulmasını gerektirmiştir. Bu çalışmanın amacı, Grek bilim geleneğinin içine düştüğü söz konusu yöntemsel krizin Klasik Dönem İslâm düşüncesinde nasıl aşıldığını, Bîrûnî’nin (973-1048) ve İbnü'l-Heysem’in (965-1040) felsefî ve bilimsel pratikleri üzerinden karşılaştırmalı olarak incelemektir. Makale, Bîrûnî’nin matematiği salt bir düzenleme aracı olmaktan çıkarıp fiziksel gerçekliği somutlaştıran ampirik bir ispat aracına dönüştüren geometri temelli yaklaşımı ile İbnü'l-Heysem’in fenomenleri laboratuvar ortamında sınavarak nedenselliği ifşa eden kontrollü deney (*i’tibâr*) temelli izlencesini ele almaktadır. Nihayetinde çalışma, bu iki düşünürün birbirinden farklı güzergâhlar izleseler de bilimi felsefî spekülasyondan ve salt araçsalci matematikten arındırarak modern bilimsel yöntem idealine nasıl taşıdıklarını ortaya koymayı hedeflemektedir.

1. 1. Deney mi? Geometri mi?

İnsanı, doğayı ve evreni araştırma etkinliği olarak kabul edilen bilim, felsefe ve sanat gibi entelektüel disiplinler araştırmalarında belirli bir yöntem izlerler. Burada her bir disiplinin özel ve özgül yöntem tekniklerine girmeksizin düşünce tarihinde

² Matematiksel kurgunun fiziksel doğa açısından gerçek dışı sayılabilmesi ve bunun yol açtığı temsil krizi için bkz. Duhem, 1985: 8, 19-20. Ayrıca söz konusu bilimsel/metodolojik gerilimin sonraki yüzyıllardaki yansımaları için bkz. Duhem, 1985: 25-26.

genel bir kavramlaştırma olarak ele alındığı biçimiyle ifade etmeye çalışacağımız yöntemin esası üzerinde duracağız. Belirli süreçlerden oluşan yöntem, örneğin; Platon'da ampirik gözlemin veya deneyin yanıltıcı ve sürekli değişen doğasını aşma, saf akıl ve kavramsal düşünce yoluyla mutlak ve değişmez formlar alanının (ideal dünyanın) bilgisine ulaşma çabası üzerine kuruludur (Topdemir, 2007: 70). Bu yöntem bakışı duyum ya da deneyden ideal olana çevirmektir. Çünkü duyularımız bize hiçbir zaman var olanların gerçekliğini sunmaz; yalnızca yanıltıcı görüntüler verir. Bu nedenle gerçek bilgiye (*episteme*) ulaşmak duyu dünyasının aldatıcı çokluğu karşısında pasif bir gözlemden ziyade geometri gibi rasyonel bir disiplini gerektirmektedir (Topdemir, 2007: 70). Platon'da ideal varlık alanına, ebedî formların bilgisine ya da daha kapsamlı bir ifade ile herkesçe aynı anlama gelebilecek mutlak, değişmez ve evrensel nitelikteki kavramsal gerçeklikler dünyasına yükselmek, geometri aracılığıyla bilimi *ideanın* bilimi kılmak ve gözün (mağaradaki) karanlıktan (gökyüzündeki) aydınlığa çevrilmesiyle olanaklıdır.

Platon'un *Devlet* diyalogunda geometriyi varlığın değişmez doğasına yönelik bir düşünme etkinliği şeklinde konumlandırması tam da bu amaca hizmet etmektedir. Matematikçiler ve geometriciler, örneğin; çizdikleri dörtgen veya köşegeni yalnızca birer varsayım ve yansı olarak kullanırlar. Onların gerçekte yöneldiği ve bilgi nesnesi ilan ettiği şey duyulara hitap eden çizimler değil, yalnızca düşüncenin görebildiği *soyut dikdörtgen* ve *soyut köşegen*, yani mutlak formlardır (Platon, 2010: 227, 510c-511a). Platon için geometri veya matematik, her ne kadar varsayıma dayanıyor olsa da akli salt düşünce alanına yönlendirir ve zihni en yüksek aydınlık derecesi olan diyalektik kavrayışa hazırlar.

Düşünceyi mutlak ve değişmez formlar alanına yükselten geometri bilgisi duyulur evrene biçim kazandıran mimariden başkası değildir. Demiurgos bir mimar ve aynı zamanda bir matematikçidir. Evreni de hâliyle bütünüyle geometrik, atomcu bir modeldir (Lindberg, 2007: 39-40). *Timaios* diyalogunda bu iddia şu şekilde gerekçelendirilir: "...mümkün olduğunca aynı oranları kullanıp onları birbirlerine bağlamıştır" (Platon, 2015: 41, 33). Burada atıf yapılan "*onlar*"ı ifadesi matematiksel orantı ile birleştirilen dört temel ögeyi imlemektedir. Demiurgos'un görevi evrene oransal uyumu yerleştirmekle sınırlı değildir. O, cisimlerin doğasını önce üç boyutlu (dörtüzlü, sekizyüzlü, yirmiyüzlü) geometrik formlara ardından iki boyutlu düzlemsel şekillere (ikizkenar ve çeşitkenar dik üçgenlere) indirger. Lindberg'in, Platon'un bu geometrik atomculuk sisteminde "*şekil ya da geometrik figür var olan herşeydir*" (Lindberg, 2007: 41) ifadesi; ateşin yakıcılığı, suyun akışkanlığı veya toprağın ağırlığı gibi fiziksel niteliklerin veya duysal izleklerin ötesinde fizik dünyadaki tüm varoluş biçimlerinin geometrik bir dizilimin ürünü olduğu anlayışını desteklemektedir (Lindberg, 2007: 40). Fiziği geometriye eşitlemek üzerine kurulu olan bu sistem Platon'un tüm sistemini; görme teorisini, gök nesnelerinin hareketlerine ilişkin açıklamasını, seslerin uyumu üzerine kurulu müzik (armoni) teorisini kuşatmış durumdadır.

Platon'un fizik dünyayı geometrik formlara indirgeyen katı, idealist tavrı karşısında geliştirilen ilk yöntemsel karşı tavır Aristoteles'ten gelmiştir. Aristoteles doğadaki her bir varlığın kendi için nedenselliğine, formuna ve amacına yönelik hareketine odaklanarak tözsel ve niteliksel içerikteki doğa (*physis*) kavramına bir iade-i itibar kazandırmaya çalışmıştır. Ancak onun bu yaklaşımıyla bu kez de matematiğin, fiziğin ve nedenselliğin tamamen dışına itildiği yeni bir problem ortaya çıkmıştır.

Aristoteles araştırmanın gözlem, açıklayıcı ilke ve tekrar tekil olgulara veya durumlara dönen süreçlerden oluştuğunu savunurken özel olarak gözlem veya deneyden söz etmemektedir. İlk bakışta, *İkinci Analitikler*'de Aristoteles'in duyu deneyimini bilimsel bilginin nihai aracı şeklinde kabul etmediği anlaşılmaktadır. Çünkü duyum daima tekildir ve belirli bir nesnenin herhangi bir zamanda ve herhangi bir yerde algılanmasıdır. Dolayısıyla o sadece şu anki durumu verir (Aristoteles, 1996a: 78-79). Bilimsel bilginin veya tanıtlanabilir olanın amacı, deneysel veri kümelerini biriktirmek değil, duysal çeşitliliğin arkasındaki zorunlu ve başka türlü olamayacak olanın bilgisini elde etmektir. Başka bir ifade ile tümel nedenlerin, niçin sorusunun bilgisine yönelmektir (Aristoteles, 1996a: 5-6). Bu bilgiyi tedarik eden temel enstrüman ise akıldır. Bilim yapmanın meşru zemini tümelin kavrayışa konu edilmesinde yani niçin sorusuna verilecek yanıtta aranmalıdır. Bu yanıt nesnenin bizzat kendi içinde taşıdığı ve en üst noktasında ilk hareket ettiricinin bulunduğu nedensellik bağı kavramaktır (Aristoteles, 2001: 363, 256a 15-20).

Peki, nedensellik bağı kavrama ve doğanın ilkelerine ulaşılma noktasında takip edilecek yol geometri mi yoksa deney mi olmalıdır? Aristoteles'in bu soruya yanıtının Platon'un geometriye yaslanan idealizminden keskin bir sıyrılmayı gerektireceği açıktır. Bu yanıt aynı zamanda yukarıda belirtilen ve duyumu ikinci plana yerleştiren *İkinci Analitikler* üzerine yapılan değerlendirmemize karşıt görünse de gerçekte Aristoteles'in matematik ile doğa bilimi veya fizik arasında kurduğu hassas sınıra dikkat çekmektedir. Aristoteles her ne kadar tümelerin bilgisinin son aşamada akılla kavranacağını ifade ederek duyumu başlı başına bir bilimsel bilgi kaynağı olarak görmese de doğa araştırmalarında geometriye karşı mesafeli bir yaklaşım sergiler. Çünkü ona göre matematiğin ve geometrinin nesneleri soyutlamaya dayanır (Aristoteles, 1996b: 55). Bu durum Aristoteles'in felsefesinde matematikçi ile doğa bilimcinin nesneleri ele alış biçiminin birbirinden tamamen farklı olmasından anlaşılabilir. Dolayısıyla Aristoteles, tümel nedenlere, niçin sorusuna ulaşma hedefinden vazgeçmeksizin, araştırmanın nesnesini saf geometri olmaktan çıkarıp onu doğrudan doğruya duysal deneyime ve doğanın somut varlıklarına geri döndürür. Nitekim *Gökyüzü Üzerine* adlı eserinde bu ampirik zorunluluğu çok net ifade eder: "*Doğayı açıklamaya çalışıyorsanız, doğaya bakmanız gerekir, doğayı doğaya göre açıklamanız gerekir... Çünkü duyulur cisimlerin ilkeleri duyulur olmak zorundadır*" (Aristoteles, 1997: 8). Aristoteles'te duyum bilimin son amacı olmasa da bilimsel araştırma için vazgeçilmez bir başlangıç noktasıdır. Bilimsel yöntem, göklerdeki soyut ve devinimsiz ideallerden değil, tam aksine bizim için duyumlar yoluyla daha açık ve bilinir olan karmaşık, somut nesnelerden (gözlemden) yola çıkıp adım adım doğa

açısından daha yalın ve tümel olan ilkelere doğru ilerlemeyi gerektirir. Bu nedenle, nedensellik bağına kavramada takip edilecek yol, Platon'un dünyayı maddeden arındıran geometrisi değil, nesnelerin içsel devinimlerini ve amaçlarını (ereklerini) duyuşal deneyim üzerinden gözlemleyen doğa biliminin (fiziğin) ta kendisidir.

Buraya kadar anlatılanlardan Grek bilim geleneğinde birbirinin amaçlarını, ilkelerini, yöntemlerini ve kıstaslarını sorgulayan iki farklı bilim yapma tarzının oluştuğu anlaşılmaktadır. Bu düalist geleneğin devamında bilimsel etkinliklerde bulunan ve Kopernik öncesi astronominin güçlü temsilcisi Ptolemaios, bu iki farklı bilgi edinmeye dayalı yaklaşımı kendi astronomi programında birleştirmeyi deneyerek sürece yeni bir evre eklemiştir. Modern döneme kadar yerleşik hâle gelmiş olan Yer merkezli bir evren modeli geliştiren ve bu hâliyle de öncü bir gök bilimci olan Ptolemaios, bir yandan gök cisimlerinin özünü, niteliklerini ve fiziksel nedenlerini araştıran fiziği; diğer yandan gök cisimlerinin hareketlerini, uzaklıklarını hesaplayarak ardındaki fiziksel gerçeklik ne olursa olsun olguları kurtarmayı hedefleyen matematiksel astronomiyi (Riley, 1995: 246) bir arada barındıran güçlü bir astronomi geleneğini başlattı.

Ptolemaios *Almagest* adlı eserinde, bilimsel yöntemi *tahminlerden* uzaklaştırmak adına olacak ki Aristoteles'in bilimler sınıflandırmasını kendisine referans aldı ve astronomiyi büyük oranda matematiksel bir disiplin şeklinde tasarladı. Kısacası matematiği fizik karşısında öncelikli bir pozisyona yerleştirdi (Toomer, 1998: 35-36). Ptolemaios'un temel amacı, gök cisimlerinin fiziksel olarak gerçekte ne olduklarını bilmekten çok, gözlemlenen hareketlerini dış merkezli (*eksantrik*) ve çember merkezli (*episikl*) adı verilen geometrik düzenekler yardımıyla hesaplanabilir kılmaktı. Ancak onun "aradığımız şeyler için ilke ve temel olarak aşikâr ve kesin görünüşleri alıp her birini göstermeye... ve geometrik kanıtlar aracılığıyla bilgileri doğru sıraya koymaya" (Kattsoff, 1947: 21) yönelik girişimi aslında yöntemsel bir çelişkiyi gizlemekteydi. Ptolemaios, Dünya'nın merkezî konumunu ispatlarken Aristotelesçi ağır cisimlerin doğal yeri doktrinine bağlı kalmış; ancak hemen ardından Dünya'nın göklere oranla *bir nokta kadar küçük* (Toomer, 1998: 43) olduğunu belirterek kendi fiziksel argümanını matematiksel bir gereklilik uğruna zayıflatmıştır. Ptolemaios'un kurmaya çalıştığı bu hassas ancak çelişki içeren *denge*, astronomi pratiğinde bir yöntemsel probleme, yani *araçsalcılığa* kapı aralamıştır. Çünkü Ptolemaios gökyüzündeki gezegenlerin gözlemlenen hız değişimlerini, duraksamalarını ve geri hareketlerini açıklayabilmek uğruna fizik dünyada bir karşılığı bulunmayan eşitleme (*equant*) noktasını icat etmek zorunda kalmıştı (Lindberg, 2007: 102, 261). Böylelikle Aristoteles'in gök cisimlerinin fiziksel doğasına atfettiği *tekdüze ve kesintisiz dairesel hareket kuralını* esneterek onu yalnızca matematiksel hesaplamalarda iş gören bir enstrümana indirgemiş oldu (Lindberg, 2007: 103). Ptolemaios için esas mesele katı bir fiziksel ilkeye körü körüne bağlı kalmak değil, gökyüzünün karmaşık yapısını matematiksel olarak çözmektir. Bu nedenle onun için önemli olan, oluşturduğu modellerin fiziksel ya da felsefî basitliği değil, doğrudan doğruya olguların üstünlüğü ve matematiksel hesapların gözlemsel verilerle doğru biçimde uyuşmasıdır.

Ptolemaios, Yer'in kendi eksenini etrafında dönmesi ya da göklerin hareketsiz olduğu türünden basit hipotezlerle çelişmesine rağmen gözlemsel olguları asla feda etmez. Benzer şekilde Güneş'in hareketinde daha basit olan eksantrik hipotezini tercih etse bile gezegenlerin hız değişimlerini ve geriye dönüyormuş (*retrograd*) izlenimi yaratan hareketlerini açıklaması gerektiğinde eksantrik ve episikl düzeneklerini bir araya getirmekten çekinmemiştir (Kattsoff, 1947: 20). Ptolemaios'un astronomiyi ve ortaya koyduğu matematiksel modellemeyi önceleyen ancak deney ve ölçümün bilimsel bilginin güvenilirliği açısından oynayabileceği rolü tam anlamıyla temellendiremeyen yöntemsel çerçevesi Klasik dönem İslâm dünyasında bilimsel yöntemin yeniden tartışılmasına imkân tanımış; geometri ile deneyin nasıl kurulacağı sorusu, yalnızca teknik bir ayrıntı değil, bilginin meşruiyetini belirleyen bir problem bağlamında değerlendirilmiştir. Matematiksel temsillerin doğayı yalnızca betimleyen araçlar mı olduğu yoksa fiziksel nedenselliği ifşa edecek biçimde deneysel sınamayla mı yeniden kurulması gerektiği sorusu yerini, Bîrûnî ve İbnü'l-Heysem'in bilimsel araştırma etkinliklerinde ölçüm, karşılaştırma ve kontrollü deney aracılığıyla geometrik şemaların gerekçelendirilmesini talep eden daha eleştirel bir yöntem anlayışına bırakacaktır. Aşağıda konuyla ilgili dikkat çeken ciddi çalışmaları bulunmasına karşın, felsefe veya bilim tarihi araştırmalarında hak ettikleri yeri bulamamış olan Bîrûnî'nin geometri temelli bilimsel araştırma izlencesi ile İbnü'l-Heysem'in deney temelli izlencesi karşılaştırmalı olarak ele alınacaktır.

1.1.1. Bîrûnî'nin Geometri Temelli Yöntem Anlayışı

On birinci yüzyılda bilimsel etkinliklerde bulunmuş olan Bîrûnî, dönemin geleneksel entelektüel yaklaşımına uygun olarak çeşitli bilim dallarında araştırmalar yapmış ve çok sayıda yenilikçi fikir ileri sürmüş bir bilim ve düşün insanıdır. Bilim tarihi disiplininin kurucusu olarak kabul gören George Sarton'un (1884-1956) ifadesiyle Bîrûnî, İslâm dünyasının yetiştirdiği en büyük bilim insanlarından biri olmakla kalmayıp bütün çağların en büyük bilginleri arasında yer alır (Sarton, 1927: 693). Sarton'un Bîrûnî için kullandığı özellikle "keşifçi ve eleştirel" nitelemeleri, düşünürün bilim etkinliğinin merkezinde yer alan yöntemsel yaklaşımını görünür kılması bakımından kayda değer gözükmetedir (Sarton, 1927: 693). Bu nitelemelerden anlaşılması gereken, onun bilimsel çalışmayı hazır otoriteleri tekrarlayan ya da mevcut kuramsal çerçeveleri sorgusuzca benimseyen bir etkinlik olarak görmediği, aksine ölçüm, karşılaştırma ve matematiksel inşa yoluyla doğa bilgisini yeniden kurmaya yönelik eleştirel bir araştırma süreci olarak kavradığıdır. Türk bilim tarihi çalışmalarının önde gelen isimlerinden Aydın Sayılı'ya göre Bîrûnî, genel anlamda kronoloji ve coğrafya disiplinlerine özgü çalışmalarında özel anlamda ise Hindistan medeniyet ve tefekkürü üzerine ortaya koyduğu çalışmalarda dar ve araçsal bir faydacılık zihniyetinin ötesine geçen bir araştırmacı profili sergilemektedir. Sayılı, Bîrûnî'nin çalışmalarıyla özellikle Avrupa'da Rönesans ve Hümanizm akımlarıyla belirmeye başlayan zihniyetin İslâm dünyasında çok daha erken bir

süreçte ortaya çıkmış olgun bir örneğini temsil ettiğini ifade etmektedir (Sayılı, 2011: 20-21).

Bîrûnî'nin bilim tasavvuru ve benimsediği yöntemi ne çağının koşullarına indirgemek ne de Grek bilim geleneğinin basit bir revizesi şeklinde değerlendirmek mümkündür. Onun bilim pratiğini Grek zihniyeti ile modern bilimin evren görüşü arasında kronolojik bir eşik veya bir şafak anı sayılması ile okumak daha tutarlı gözükmemektedir.³ Şafak anı, Bîrûnî'nin dogmatik otoriteleri körü körüne kabul etmek yerine bir açıklamayı diğerine karşı kontrol etme ve her ikisini de adil bir şekilde değerlendirme söylemine dayanır. Bîrûnî, modern bilim için vazgeçilmez bir varsayım niteliği taşıyan karşılaştırmalı yöntemle başvurarak incelemelerine Perslerin, Yahudilerin ve Arapların görüşlerini dâhil etmiş; böylelikle tek bir geleneğin sınırlarının ötesine geçmeyi başarmıştır (Pope, 1951: 283). Bîrûnî'nin sentezci ve şüpheli tutumu, dönemin ilerlemesine ket vuran eski sistemleri yok etmek ve bu sistemlerin kurucu otoritelerinin boyunduruğundan kurtulmak adına atılmış devrimci bir girişim şeklinde yorumlanabilir. Bîrûnî'nin otoriteye dayalı statükoyu ortadan kaldıran bu eleştirel karakteri, onu, "bir Orta Çağ bilim adamından ziyade on dokuzuncu yüzyıl laboratuvar araştırmacısına" yaklaştırmakta ve modern bilimsel çalışma yöntemlerinin seçkin bir öncüsü konumuna taşımaktadır (Sayılı, 2011: 14).

Bîrûnî'nin farklı gelenekleri tahkik süzgecinden geçiren yöntemsel çoğulcu yaklaşımı, *Tahkîku Mâ Li'l-Hind* adlı çalışmasında somut bir biçimde karşımıza çıkmaktadır. Eserin *Ay'ın Menzilleri* başlığı altında, Hintlilerin sabit yıldızlar üzerinden menzilleri tanımlama girişimi ile Arapların gözleme ve seyre dayalı pratik yaklaşımlarını (el-Bîrûnî, 2023: 341-346) karşılaştırmalı bir tarzda değerlendirmesi, onun tek tipçi bilgi etkinliğini nasıl bertaraf ettiğini gösteren en kayda değer örneklerden biridir. Ne var ki Bîrûnî'nin eleştirel ufkü, yalnızca çeşitli bilgi topluluklarının öğretilerini kıyaslamakla sınırlı kalmaz; edindiği bu yöntemsel özgürlükle, dönemin en dirençli paradigması olan Aristotelesçi doğa felsefesine de aracısız meydan okur.

Bu felsefî hesaplaşmanın en çarpıcı sahnesi, Bîrûnî'nin, İbn Sînâ ile yürüttüğü mektuplaşmalarda Aristotelesçi fiziğin temel argümanlarından biri olan *göklerin zorunlu küreselliği* fikrini sorguladığı anlarda belirginleşir (Sadrforati, 2022: 131). Dönemin egemen otoritesi, küre dışındaki geometrik şekillerin evrende boşluk yaratacağı gerekçesiyle göklerin zorunlu olarak küresel bir formda olması gerektiğini

³ Bîrûnî'nin entelektüel özgünlüğünün, Orta Çağ ve modernlik karşıtlığı üzerinden taraflı bir okumaya konu edilemeyeceği fikri Aydın Sayılı tarafından desteklenmektedir. "...bilimde ortaçağlılık ve modernlik diye bir şey yoktur... Özü itibarıyla bilim her çağda ve toplulukta aynıdır. Ancak değişik çağlarda bilimin özsel ve ayırıcı vasıfları farklı ölçülerde edimselleşme ve belirginleşme durumunda bulunabilir. Çünkü belirli çağlarda egemen ve başatlı koşullar ve bu çağların kendilerine özgü düşünümsele ortamları bilimin ve bilimsel çalışmanın bazı temel özelliklerinin geri koşullara itilmesi sonucunu doğurabilirler." Sayılı, 2011: 21. Bu anlamda Bîrûnî'nin araştırmalarını çağının gölgesinde barınan bir entelektüel faaliyet biçiminde değil, bilimin özgür düşünce, eleştirel tavır ve temelsiz inançlara mesafe gibi özsel niteliklerinin olağanüstü ölçüde belirginleştiği bir tarihsel süreklilik şeklinde değerlendirmek daha isabetlidir. Bkz. Sayılı, 2011: 22-30.

dayatıyordu. Bîrûnî ise bu yerleşik kabule karşı çıkararak bir elipsin büyük eksenini etrafında ya da mercimek formundaki bir cismin küçük eksenini etrafında dönmesi hâlinde de hiçbir boşluğa yer vermeden tıpkı bir küre gibi dönebileceğini geometrik olarak ispatlamıştır (Sayılı, 2011: 252-253).

Bîrûnî'nin meydan okuma tarzı, aynı zamanda Aristoteles'in yanılmaz olduğuna inanan mantıkçıları eleştirerek küresel olmayanın olanaksızlığı iddiasına karşı geometrik açıdan olanaklı bir alternatifle yeni bir olasılık alanı yaratır. Bîrûnî, göklerin küresel değil eliptik olabileceği inancını desteklemek için bizzat araştırmalar yaptığını belirtip bu geometrik gerçeği göz ardı edenleri "*Fakat Ah şu mantıkçılar...!*" sözleriyle açıkça eleştirmiştir (Nasr, 1985: 198). Bu bağlamda Bîrûnî için geometri, ne Platonik-Pythagorasçı çizgide şekillere niteliksel erdemler ve kişilikler atfeden bir matematiksel idealizme indirgenebilir ne de Aristotelesçi anlamda katı fiziksel nedensellik ve kıyas öğretisine hapsedilebilir. Aksine onun bilimsel metodolojisinde geometri, astronomiyi ve evren tasavvurunu "varsayım ve görüşten bir hakikat temeline taşıyan" ve kesinlikle ampirik doğrulama ile tamamlanması gereken bir disiplindir (Sadrforati, 2022: 131).

Bîrûnî'nin dogmatizm karşısındaki eleştirel tavrı yalnızca filozoflara karşı değil, matematiği bir hesaplama aracına indirgeyen gök bilimcilere de yöneliktir. Örneğin; Bîrûnî'nin, *Kitâbü't-Tefhîm*'in göksel hareketlere yer verdiği bölümünde, Ptolemaios'un araçsal yaklaşımının meydana getirdiği temsil krizini sorunsallaştırdığı görülmektedir. Bîrûnî *mütehayyire* (düzensiz hareket sergileyen) isimlendirmesiyle anılan Satürn, Jüpiter, Mars, Venüs ve Merkür gibi gezegenlerin görünürdeki düzensizliklerine odaklanmaktadır. Ay gibi tekdüze bir yörünge izlemeyen bu gezegenler; hızlanır, yavaşlar, durur ve hatta geriye doğru (*retrograd*) giderler (al-Bîrûnî, 1934: 76). Bîrûnî, anomali gibi görünen bu hareketleri Ptolemaios gibi matematiksel bir modelle açıklamak yerine, kinematik bir bağlantı üzerinden izah etme yoluna gitmektedir. Bîrûnî'ye göre bu düzensizlik gezegenin kendi yörüngesindeki hareketi ile gök küresinin genel hareketi arasındaki fiziksel bağlantıdan kaynaklanmaktadır. Bir gezegen yörüngesinin üst konumundayken kendi hareketi ile gök küresinin doğuya yönelen hareketi örtüşür; bu durum dünyadaki gözlemciye gezegenin ivmelenerek ilerlediği izlenimini verir. Gezegen alt konuma geçtiğinde ise kendi hareketi gök küresinin döngüsel devinimine zıt düşer. Bu zıtlık gezegenin önce yavaşlamasına, ardından durağan bir hâl almasına ve nihayetinde batıya doğru geri gidiyormuş gibi görünmesine yol açar (al-Bîrûnî, 1934: 75).

Yörüngeleri doğası gereği birbiri üzerinde etki eden somut küreler şeklinde ele alan ve bu yoldan kinematik bir açıklama oluşturan Bîrûnî bu şekilde Ptolemaios'un içinden bir türlü çıkamadığı Merkür ve Venüs'ün konumlarına dair belirsizliklere yönelik güçlü bir çözüm geliştirebilmiştir. Ptolemaios astronomisinin temel sorunu; gezegenlerin hareketlerindeki iki farklı düzensizliğin sürekli birbirine karışmış olmasıydı. Bir yanda gezegenin ekliptik (tutulmuş) üzerindeki konumundan ileri gelen hız değişimlerinin, diğer yanda Güneş'e olan konumuna bağlı olarak sergiledikleri

geri hareketlerin yani çifte anomalinin nasıl temsil edileceğine ilişkindi. Ptolemaios'un büyük bir karmaşa olarak nitelendirdiği bu çifte anomali, gözlem verilerinde sürekli iç içe geçmiş durumdadır (Toomer, 1998: 420). Ptolemaios, Grek'in gök cisimlerinin kusursuz dairesel hareket etmesi gerektiği yönündeki kabulünü sürdürürebilmek için, bu düzensizlikleri fiziksel olarak açıklamaktansa, onları yeknesak dairesel devinimler altında temsil edebilme (görüngüleri kurtarma) hedefine yönelir (Toomer, 1998: 420). Ancak doğanın fiziksel nedenselliğini paranteze alan bu araçsalcı program ciddi gözlemsel ve kuramsal sapmalara yol açar. Ptolemaios, bu hataları gizleyebilmek adına yalnızca kendi kuramsal inşasına elverişli olan, usturlapla yapılmış veya Ay ile gerçek temasın sağlandığı seçilmiş gözlemleri kullanma yoluna gider (Toomer, 1998: 422).

Ptolemaios astronomi tasarımı geometri; doğanın fiziksel yasalarını ifşa eden değil, yalnızca istenilen gözlemleri ayıklamaya ve fenomenleri matematiksel bir kılıfa uydurmaya yarayan pragmatik bir hesaplama aracıdır. Bîrûnî bu aşamada Ptolemaiosçu araçsalcılığa itiraz etmektedir. Bîrûnî'ye göre temel hata göksel hareketlilikteki farklılıkları açıklarken gezegenlerin *"cisimselliklerini ve birbiriyle iç içe geçtiklerinde kesişme sırasında meydana gelecek engellemeyi ve hareketin imkânsızlığını dikkate almaksızın, hayalî çizgiler üzerinden"* (al-Bîrûnî, 1955: 633) açıklamaya gidilmesidir. Oysa geometri, fiziksel uzayın katı gerçekliğinden (cisimsellikten) ve zorunlu nedensellikten kopuk *hayalî çizgilerden* ibaret değildir. Dolayısıyla geometri, fenomenleri yalnızca temsil edip kurtaran bir araç olmaktan çıkarılmalı; sıkı bir nedenselliğe bağlanmalı ve ampirik bir tahkike tabi tutulmalıdır.

Bîrûnî'nin *yeni bir yöntemin habercisi* söylemiyle anılmayı hak etmesi; onun bilim tarihindeki özgün pozisyonundan, geometriyi ve trigonometriyi doğayı niceliksel boyutta kavrayan işlevsel ve ampirik bir ölçüm aracına dönüştürmesinden ileri gelmektedir. Bîrûnî Hindistan'da, *Nandana Kalesi'*nde bulunduğu dönemde yakınlardaki *"bir dağın tepesinden, yeryüzü ile mavi gökyüzü arasındaki temasın ampirik bir ölçümünü"* (Bîrûnî, 1967: 189) gerçekleştirmiş ve bir ufuk alçalması modeli geliştirmiştir. Dolayısıyla o, yeryüzünün yarıçapını ve çevresini ölçme girişimi ile matematiği fiziksel gerçekliğin bir ispat aracı kılmıştır. Bu aynı zamanda Grek yöntem krizine verilmiş bir yanıt olarak düşünülebilir.

Bîrûnî, yeryüzünü ve evrenin boyutlarını ölçmek için matematiği kullanmış; yerinde bir tabirle *Greklere soyut geometrik şekillerini somut kürelere dönüştürmüştür*. Bu girişim, Aristoteles'in tözsel/niteliksel fiziğinin dogmalarını yıktığı gibi, Platon'un geometriyi salt idealar evrenine hapseden anlayışını da fiziksel evrene ve saha ölçümlerine indirmiştir. Ancak Bîrûnî'nin astronomi ve jeodezi üzerinden inşa ettiği bu *yöntemsel devrim*, incelediği nesnelerin doğası gereği makro-kozmik ve uzaktan gözleme dayalı bir tahkik ile sınırlı kalmıştır. *"Kendi çağındaki aletlerin sınırlarının"* son derece farkında olan Bîrûnî, ölçüm aletlerindeki kusurları ve duyusal hataları geometrik sağlamalarla en aza indirmeye çalışarak pasif gözlemin sınırlarında sonuna kadar gezinmiş; *"göksel gözlem çok hassas bir konudur; büyük göksel kürelerin parçalarının aletlerdeki küçük bir dairenin küçük parçalarıyla hassas ölçümlerini"*

gerektirir” uyarısında bulunmuştur (Bîrûnî, 1967: 51). Bu noktada Bîrûnî'nin geometriyi bir ispat aracına dönüştürerek başlattığı yöntemsel sürecin aşamalarından söz etmek onun başarısının daha anlaşılır hâle gelmesine yardımcı olacaktır.

1.1.2. Bîrûnî'ye Göre Araştırma İzlenesi

Olgusal keşif süreçlerine gözlem ve özellikle de deney eşlik eder. Bu yaklaşımı ısrarla savunan Bîrûnî, doğa ve toplum incelemelerinde uygulanmak üzere birbiriyle ilintili dört farklı araştırma evresi önermektedir: 1. Eleştirel Tahkik, 2. Gözlem, 3. Matematiksel Veri, 4. Karşılaştırmalı Analiz.

1. Eleştirel Tahkik: Bîrûnî, herhangi bir konuyu araştırmaya başlamadan önce araştırmacının zihinsel olarak belirli bir tarzda olguları ele almaya koşullanmasına yol açmamak adına, otoritelerin görüşlerinden veya gelenek hâline gelmiş olan dogmatik yaklaşımlardan uzak durulması gerektiğini belirtmektedir. Bu önerinin, çok sonradan Francis Bacon tarafından dile getirilen idoller ve onların insan zihnini körelttiğine ilişkin belirlenmesi ile (Bacon, 2015: 55) paralellik taşıdığını söylemek mümkün gözükmemektedir. Nitekim Bacon bilimsel araştırmanın ilk şartının araştırmacının zihnini kuşatan ön yargı ve eğilimlerden arınması ve doğa karşısında âdeta yeniden bir çocuk tavrı takınması olduğunu vurgulamaktadır. Çünkü ona göre zihin doğayı olduğu gibi kavramaktan ziyade ona kendi düzenini dayatma eğilimindedir (Losee, 2012: 77). İşte Bîrûnî tam da bunun farkında olacak ki tedbir olarak geçmişin mirasına eleştirel tahkik ya da taklidin reddi diye ifade edebileceğimiz bir zihinsel hazırlık süreciyle başlanmasını önermektedir. Bu yöntemsel yaklaşımın “*zihinlerimizi... insanları gerçeğe karşı körleştiren eski gelenekler, kişisel rekabet, [körü körüne taklit], [mantıksal öngörüsüzlük] gibi tüm nedenlerden arındırmamızı*” (Batchelor, 2015: 4) amaçladığı açıktır. Ayrıca bu aşamaya tüm iddiaları her zaman test etmeye hazır, sağlıklı bir şüphecilik hakimdir. Başka bir deyişle, modern dönemde ilk örneklerine Bacon'ın ve Descartes'ın çalışmalarında rastladığımız geçmiş eleştirel bir tarzda irdeleme ve kesinliğinden emin olununcaya kadar bilgiyi şüpheli kabul etme yaklaşımının belirgin ilk ifadelerinden birinin Bîrûnî'nin düşüncesinde yer aldığı son derece açıktır. Bu da onun modern anlamda kritik bir zihniyete sahip olduğunu göstermektedir. Nitekim Bacon, zihnimizin çocukluktan itibaren maruz kaldığı bu kirlenmişliği ve bundan kurtulup “tahkik” yapabilmenin zorluğunu şu çarpıcı ifadelerle dile getirir: “...yaygın kavrayış ve kuramlar olmaksızın kendisini iş görmeye bütünüyle kararlı bir şekilde adayan ve temiz ve pürüzsüz aklı tikellere uygulayan böylesine azim ve entelektüel özen sahibi birisi henüz ortaya çıkmamıştır. Bundan ötürü, insan aklı pek çok inançtan ve rastgele olaylardan, çok önceki yıllarda içimize işleyen çocuksu kavramlardan müteşekkil bir çeşni yığımdır” (Bacon, 2015:100). Buna karşın Descartes ise çocukluğumuzdan itibaren öğretmenlerimiz (otoriteler) ve arzularımız tarafından yönlendirildiğimizi ifade ederek zihne sınılanmadan yerleşmiş bu dogmatik inançların temelden sarsılması gerektiğini savunur (Descartes, 2020: 17). Bîrûnî'nin otoritelerin görüşlerinden ve gelenek hâline gelmiş yaklaşımlardan uzak durulması gerektiğine dönük çağrısı onun Hindistan üzerinde yaptığı kültürel incelemelerde görülmektedir. Yani saf spekülasyon değil, olgudan edinilmiş bir kavramlaştırmadır. Ona göre

Hintlilerin bilimsel konularda düştükleri hataların temel nedeni, eleştirel ve sistematik bir felsefeden yoksun olmaları ve atalarının inançlarına körü körüne bağlı kalmalarıdır. Dahası tarihin taşıyıcısı ve aktarıcısı olan râviler yalanı ilk uyduran kişi ile onu en son işiten arasında hastalıklı bir “taklit köprüsü” inşa etmektedirler (el-Bîrûnî, 2023: xxı-xxıı-5). Böyle bir yaklaşımda hakikate ulaşmak mümkün olmaz.

2. Gözlem: Yöntemin ikinci aşaması tahkik sayesinde taklitten kurtulan zihnin yöneleceği ilk kaynak olan duyusal idrak veya ampirik gözlemdir. *“Doğruluğu ve güvenilirliği bakımından hiç kimse, işitmenin görmeye eş değer olduğunu söyleyemez. Çünkü gözlem yapan kimse, olayı, meydana geldiği anda ve yerde bizzât görür”* (el-Bîrûnî, 2023: xxı) şeklinde Bîrûnî’nin dolaysız gözleme yaptığı atıf, Locke’un *“algılamanın zihinlerimizdeki bütün bilginin koyu ve tüm zihinsel yetilerimizin ilk işlemi olduğunu vurgulamakla”* yetinen (Locke, 2000: 200) tezi ile metodolojik bir yakınlık sergilemektedir. Bu metodolojik tutum, örneğin bir mesafenin miktarının matematik yoluyla hesaplanmasıyla elde edilen değer fiziksel gerçekliği tam yansıtmayı amaçlamaktadır (Bîrûnî, 1967: 199). Mesela teorik enlem-boylam hesaplamalarına göre Bağdat ile Mekke arası 681 mil iken, Halife Me’mûn’un bizzat sahada yaptırdığı fiziksel ölçümlerle gerçek mesafenin 712 mil olduğunu kanıtlamıştır (Bîrûnî, 1967: 200). Bîrûnî’nin bu tutumu Roger Bacon’ın “deneysel bilimin ikinci ayrıcalığı” (Bacon, 1928: 615-616) dediği yaklaşımın bizzat kendisidir.

3. Matematiksel Veri: Gözlem yoluyla elde edilen veriler kendi başına bilimsel bir yasa oluşturmaz; bunların matematiksel ve mantıksal bir formüle oturtulması gerekir. İşte bu noktada yöntemin üçüncü aşaması olan ölçme devreye girer. Ölçme, geometri ve trigonometri aracılığıyla bir ispat aracına dönüşür. *“Geometri sayesinde sayıların incelenmesi tikelden tümele (evrensele) ve kürenin incelenmesi (astronomi) tahmin ve hipotezlerden hakikate (gerçeğin temeline) taşınır”* (al-Bîrûnî, 1934: 1; Starr, 2023: 218). Nitekim onun Nandana Kalesi’nde dağın yüksekliğini ve ufuk alçalma açısını gözlemledikten sonra, trigonometrik bir hesaplama ile yeryüzünün yarıçapını bulması, gözlemden ölçüme geçişin en somut örneğidir. (Bîrûnî, 1967: 223-224). Bîrûnî, yöntemi evrensel bir bilimsel aşama olarak gördüğünden ölçümü sadece yeryüzü olgularını açıklamak için değil, aynı zamanda gök cisimlerinin hareketlerindeki görünür hızlanma ve yavaşlamalara açıklık kazandırmak için de devreye sokar. Böylece saf gözlemciye göre gezegenlerin hareketleri bazen hızlanıp bazen yavaşlıyor gibi görünse de Bîrûnî bu duyusal yanılgıyı matematiksel bir zorunluluğa bağlar. *“Sayılar ve düzenlerle ilgilenen astronomların”* bu hız farklarını tespit ettiğini belirtir ve bunun, gezegenlerin “düz bir hatta hareket etmediklerini, tersine bu hareketin belirli bir merkez etrafında dönen sabit bir hareket olduğunu” gösterdiğini geometrik olarak ispatlar (al-Bîrûnî, 1955: 624-625).

4. Karşılaştırmalı Analiz: Bîrûnî’nin yöntem yaklaşımına özgün karakterini kazandıran, dördüncü aşama yani karşılaştırmalı analiz basamağıdır. Bîrûnî’nin *“hakikat olmayan şey, hiçbir düzeltme kabul etmez”* (el-Bîrûnî, 2023: 5) söylemi ile her bir düşünce sistemini, Hint, Grek ve İslâm medeniyetlerindeki bilgi sistemlerini yan

yana getirirken kendisini nakilci bir etnograf, hoşgörü peşinde koşan bir gönül elçisi olmanın ötesine taşır. Karşılaştırmalı analiz düzeltilemez veya iyileştirilemez olanı toptan reddedip içinde çok ufak bir gerçeklik payı taşıyan kültür, bilgi ve inanç sistemlerinin eksikliklerini gidererek, yöntemsel açıdan hatalı (örneğin Siddhanta, Brahmagupta, Vâyu-Purâna) hesaplamaları, Grek geometrisinin ispat yöntemiyle düzelterek bilime kazandırmıştır (el-Bîrûnî, 2023: 99-109-187). Dolayısıyla Bîrûnî'nin düşündüğü biçimiyle karşılaştırmalı analiz, gerçeği hatadan ayıran ve çeşitli medeniyetlerin birikimlerinden “tek bir evrensel bilim formüle etmek için sentezlemek ve böylece daha sonraki birleşik gelişiminin temelini atmak amacıyla o zamanlar mevcut olan bilgi, fikir, felsefe ve bilgiyi değerlendirmek gibi bir anlam kazanır.

1.2. Doğanın Geometrik Kavranışı

Doğayı geometri aracılığıyla kavramak ne demektir? Platon, kurduğu Akademi adlı eğitim ve araştırma kurumunun girişine *Geometri bilmeyen giremez* diye bir tümce yazdırmıştır. Neden bu yazıyı yazdığının ilişkin kesin bir cevap bulunmamakla birlikte, Martin Heidegger (1889-1976) *What is a Thing* adlı çalışmasında konuya ilişkin ciddiye alınabilir bir değerlendirmede bulunmaktadır: *Matematiksel* dediğimizde her zaman iki şeyi kastederiz: Birincisi, belirttiğimiz şekilde ve sadece bu şekilde öğrenilebilecek olanı, ikincisi ise öğrenme şeklini ve sürecin kendisini ifade eder (Heidegger, 1967: 75). Matematiksel, her zaman içinde hareket ettiğimiz ve ona göre onları birer şey olarak ve bu şekilde deneyimlediğimiz şeylerin bariz yönüdür. Matematiksel, nesneler karşısında takındığımız vaziyet alıştır; bu vaziyet alışla nesneleri bize verilmiş ve verilmesi gerektiği gibi kabul ederiz. Bu nedenle matematiksel, nesnelerin bilgisinin temel ön koşuludur. Platon'un Akademi için yaptığı meşhur ikaz, kişinin tek bir konuda (geometri) eğitim alması gerektiği anlamına gelmez; bilginin doğru bir şekilde edinilebilmesinin temel koşulu, tüm bilginin temel ön koşullarını ve bu bilgilere dayalı olarak aldığımız pozisyonu kavramak olduğunun idrakine varılması gerektiği anlamına gelir. Temeli bilgiye dayalı bir şekilde oluşturulmayan ve bu nedenle sınırları olan bir bilgi, bilgi değil, sadece bir görüştür. Matematik, kişinin zaten bildiği şeyleri öğrenmesinin orijinal anlamında, akademik çalışmanın temel ön koşuludur. Platon'un Akademi üzerine yazdıkları bu söz, bu nedenle zorlu bir koşul ve çalışmanın açık bir tanımından başka bir şey içermez. Her ikisi de iki bin yıl sonra bugün hâlâ bu akademik çalışmayı tamamlamamış olmamız ve kendimizi ciddiye aldığımız sürece asla tamamlayamayacağımız sonucunu doğurmuştur.” (Heidegger, 1967: 75). Heidegger üzerine derinlemesine bir analiz yapmaya girişmeksizin şu hususu belirtmek sorunun anlaşılması açısından yeterli olacaktır: Metinde açıkça matematiğin akademik veya aynı anlama gelecek şekilde bilimsel çalışmanın temel ön koşulu olduğu belirtilmektedir. Heidegger'in belirlemesi yanlış sayılmaz, ancak bu hususun bilim tarihinde sanıldığı gibi aksine modern dönemde değil, çok daha eskilerden itibaren fark edildiğini belirtmek gerekmektedir. Benzer şekilde, sayı, ölçü, hesap, düzen ve

düzenlilik gibi kavramları dikkate alan daha gelişmiş bilimsel çalışma örneklerine Bîrûnî gibi bilim insanlarında da rastlanması iddiamızı doğrulamaktadır.

Bilginin inşası hususunda Heidegger'in şart koştuğu bu matematiksel zemin yüzyıllar önce Bîrûnî'nin düşünce evreninde dışsal bir müdahale ile değil, insanın varlığını algılama tarzına içkin olan ve şeylerin hakikatini ya da farkını ancak birimler ve oranlar üzerinden inşa eden doğal bir hesaplama yetisi şeklinde tezahür etmiştir. Bîrûnî *Tahkik*'in Hint ölçü birimlerini ele aldığı bölümünde bilinmeyi bilindir kılmanın bir yöntemi olarak ölçümü şu şekilde özetler: “*Sayma/hesaplama duygusu insanın özünde vardır. Bir şeyin miktarı, onun birim olarak algılanan aynı türdeki başka bir şeye kıyasıyla bilinir*” (el-Bîrûnî, 2023: 103). Bu ifade yukarıda açıklandığı üzere, çalışmanın ilerleyen satırlarında ölçümün kendisini sorunsal yapan, birimlerin tarihsel, kültürel ve pratik kökenlerine ışık tutan eleştirel bir bakış açısını da içerecek tarzda, duyusal veriyi veya kültürel rivayetleri matematiksel bir süzgeçten geçirmeyi şart koşan bir anlayışla geniş bir boyuta taşınır. Doğal ya da evrensel bir içeriğe sahip olmayan ölçü birimleri toplumların pratik ihtiyaçları, alışkanlıkları ve dilleri doğrultusunda şekillenir. Ölçü birimlerinin isimlerinin, alt birimlerinin ve birbirleriyle oranlarının zaman periyotlarına ve yerleşim bölgelerine göre değişkenlik taşıması rastlantısallıktan çok ölçmenin doğasının zorunlu bir sonucudur. Öyleyse özellikle yine *Tahkik*'te Somanâth yakınlarında bir adamla yaşanan diyalog yerel adlandırmanın yarattığı bu yanılsamanın matematiksel tahkik ile nasıl aşıldığının en bariz örneğini sunmaktadır. Olaydaki kişi kendi kullandıkları miskal adlı ölçü biriminin Bîrûnî'nin bildiği miskale eşit olduğunu ifade ettiğinde Bîrûnî bu iddiayı doğrudan onaylamak yerine, bir miskal sekiz ruvu ve bir ruvu iki pâli şeklindeki alt birim denklemlerini matematiksel bir sağlama sürecine yerleştirir (el-Bîrûnî, 2023: 104). Söz konusu örnek iki bakımdan değerlidir: İlki, aynı adla adlandırılan bir ölçü biriminin çeşitli toplumların pratik alışkanlıklarında aynı niceliğe denk sayılmasının zorunluluk içermemesi. Başka bir ifade ile ölçme pratiği sayesinde adlandırma ile nicel ilişkilendirmenin bir doğrulama aracına dönüşmesi ve bu sayede kültürel bağlamın ötesine taşınması. İkincisi ve daha önemlisi ise evrenin tüm gizemlerini çözme anahtarı olarak matematiğin, doğadaki yapısal bütünlüğüne ilişkin bir başlangıç örneğini temsil etmesi.

Sadece bir şeyin miktarına ilişkin bir doğal ölçü birimi arayışında değil, aynı zamanda bitkilerden arı kovanlarına kar tanelerinden gök cisimlerinin hareketlerine kadar yaratılmış her şey matematiksel bir ilişki ağı ile birbirine bağlıdır. Doğanın yapısal bütünlüğünün bir izahı olarak matematiksel ahenk, evrendeki her şeyin sadece sayılarla ilişkilendirilmesi anlamına gelmez; evrenin yapısının geometrik olarak analiz edilebileceği iması da taşımaktadır (Samian, 1995: 57-60). Duyulur nesneler yer kaplar ve mekânın boyutlarına sahiptir. Mekânın uzunluk, genişlik ve derinlik olmak üzere üç boyutu vardır. Bu terimler değişmez mutlaklar değil, birbirini kesen doğrultularca tanımlanan göreceli kavramlardır; ancak nesnelerin fiziksel varoluşu bu geometrik zemine oturur. Dolayısıyla evrendeki şeyler arasındaki ilişki hem sayısal hem de geometriktir. Bîrûnî bu iddiayı bir adım öteye taşımak suretiyle varlıkların sadece

matematik ilişkiler taşımadığını, bizatihi birer matematiksel nesne olduğunu ve onlarda daima sayıların ve geometrik şekillerin varlıklarının bulunabileceğini savunur. Bunun en açık örneğini dikkatli bir gözlemle bir bitkinin aslında geometrinin bir cisimleşmesi olduğu bir yapıda görebiliriz. Çiçeklerin taç yapraklarının sayıları rastgele bir dağılımı değil, daire içindeki kirişlerin inşasına yönelik geometri yasalarını izler. Bu nedenledir ki doğada yedi veya dokuz taç yapraklı çiçeklere neredeyse hiç rastlanmaz. Bunun temel nedeni bu sayıları geometri kanunlarına göre bir daire içinde ikizkenar olarak inşa etmek mümkün değildir. Buna karşın üç, dört, altı veya on sekiz gibi sayılar doğanın bu geometrik zorunluluğunu açıkça yansıtmaktadır (el Birûnî, 2011: 312-313; Samian, 1995: 60-61).

Sayıların yanı sıra Bîrûnî, geometrik şekillerin de duyulur nesnelerde mevcut olduğu görüşünü benimser. Her fiziksel nesne bir tür matematiktir; örneğin palmye ağacının yaprakları üçgen şeklindeyken, meyvesinin içi küreseldir. Bu çeşitli formlar ve şekiller geometrik özelliklere sahip olduğundan, Bîrûnî geometriyi *“boyutların birbirleriyle olan ilişkilerinin bilimi ve katılarda bulunan form ve şekillerin özelliklerinin bilgisi”* (al-Bîrûnî, 1934: 76) şeklinde tanımlar. Geometrik şekiller yalnızca açıkça gözlemlenebilen duyulur şeylerde değil, aynı zamanda hemen gözlemlenemeyenlerde de meydana gelir. Bîrûnî buna Dünya'nın merkezini örnek verir; Dünya fiziksel bir nesnedir ancak merkezi fiziksel bir parça değil, tamamen geometrik bir noktadır ve dünyanın bir parçası ne kadar küçük tasavvur edilirse edilsin o merkeze sığamaz (Samian, 1995: 63).

Bîrûnî'nin doğanın geometrik kavranışından anladığı şey doğada geometrik formların veya şekillerin bulunduğu iddiasının ileri bir boyutunu içermektedir. Doğa ancak belirli bir soyutlama rejimi içerisinde yani duyulur olanın matematiksel temsillere dönüştürülmesi sayesinde bilinebilir hâle gelir. Bîrûnî'nin doğanın matematiksel boyutunun nasıl bilinebileceğine yönelik tavrı, matematiksel temsillerin gerçeklik derecelerine göre kademelendiği inancına yaslanır. Ona göre doğada hem maddi hem de gayri maddi seviyelerde matematiksel temsiller mevcuttur. Matematikçinin görevi ise kavramları bu temsillere uygulamak suretiyle bir yönteme ulaşmaktır (Samian, 1995: 82). Bîrûnî'nin matematiksel temsillerin derecelerine duyduğu inanç çizgilere ilişkin açıklamalarında somut bir hâl kazanır.

“Eğer bir yüzeyin sınırları varsa bunlar zorunlu olarak çizgilerdir ve çizgiler (eni) genişliği olmayan bir (boya) uzunluğa sahiptir... Bir bardağın kenarındaki yağ ve suyu veya yerde güneş ışığı ile gölge arasını birleştiren hattı gözlemleyerek bir çizgi hayal edilebilir; veya tüm bunlar aynı şekilde, [kalınlığı olmasına rağmen] tanıdık duyusal algı yavaş yavaş entelektüel kavrama dönüşene kadar, ince bir kâğıt yaprağından canlandırılabilir.” (al-Bîrûnî, 1934: 3).

Matematik temsil derecelerinin özellikle bu derecelerin maddî ve maddî olmayan doğasını gösteren bir başka örneğine aynı çalışmada, Bir (el- Vâhid) kavramının hakikati ve teknik işlevi arasına ayırım koyduğu pasajda rastlamak mümkündür. Bir, maddi olmayan düzeyde hakikatte bölünmez bir bütünlük arz

etmesiyle zihinsel kavrayışın en saf hâlini temsil eder. Ancak matematikçi yüzünü duyulur nesneler dünyasına çevirdiğinde, tartma, hacim ölçme veya astronomik derece hesaplamaları gibi pratik alanlara yöneldiğinde bu bölünmez öz, teknik anlamda bölünebilir bir birime dönüşür (al-Bîrûnî, 1934: 24). Matematiksel temsilin veya bilginin kesinlik dereceleri üzerinden iki farklı sonuç türetilir: Çıkarımlardan ilki; duyu deneyimi düzeyindeki problem çözümlerinin mutlak bir kesinlik taşımadığı, her daim geliştirilmeye ve düzeltilmeye açık bir değer içerdiği yönünde olacaktır. Aslında bu durum matematikçinin iç ve dış duyularının keskinliğine, kullandığı ölçüm araçlarının doğruluğuna veya tam tümevarım yapabilme kapasitesine bağlıdır (Samian, 2014: 117). *El-Kanunü'l-Mes'udi'*'nin giriş kısmında Ebu Nasr Mansur'dan alıntılanan; "...insan bilgisinin, insan doğası gibi kusurlu olduğunu gösterir. Gerçeğe ulaşmak zordur ve nihai ya da mutlak gerçek bilimin ulaşamayacağı bir yerdedir" (al-Bîrûnî, 1955: xxiv) yönündeki ifade, Bîrûnî'nin yöntemsel dürüstlük veya tevazuyu matematiksel bilginin kesinlik sınırları ve insan doğasının sınırlılıklarıyla birlikte düşünmek gerektiğine, böylece matematiksel bilginin sürekli sınanabilir, geliştirilebilir ve düzeltiler bir araştırma etkinliği olarak konumlandırma arzusuna yönelik gizil bir çağrı niteliği taşımaktadır.

İkinci çıkarım Bîrûnî'nin matematiğin farklı gerçeklik dereceleri arasında kurduğu bağlantı üzerinden yapılabilir. Bîrûnî'ye göre matematik; duyulur olanı akledilir olana, oradan da tanrısal niteliklere ve hakikatin özüne bağlayan bir işlev içerir. Sürecin ilk basamağı iç duyular tarafından gerçekleştirilen matematiksel nesnelerin enterpolasyonu (işlenmesi) ile başlar. Bilişsel süreklilik sayesinde işlenen bu verilerin içerisindeki matematiksel anlamlar rasyonel ruh tarafından soyutlama yetisi ile kavranır. Matematiksel uyumu ve anlamları var eden Tanrı olduğundan hakikate erişmek, entelektüel bir çabanın yanında rasyonel ruhun arındırılmasını da gerektirecektir. Dolayısıyla saf bir ruha sahip olmak hakikate erişimi kolaylaştırması açısından son derece önemlidir (Samian, 2014: 116).

Bilimsel yöntemin sınırlarını matematiksel temsiller hiyerarşisi ve bilginin kesinlik dereceleri ile bütünleştiren Bîrûnî fiziksel dünyanın nesneleri ile matematiğin kesinliği arasındaki mesafeyi ölçüm yoluyla aşmaya niyetlidir. Bîrûnî'nin hakikate yaklaşma çabası taşıyan bu bilimsel tavır, doğanın ritmine müdahale etmeksizin tanrısal ve matematiksel ahengi ölçüm araçları ile keşfetmek üzerine kuruludur. Ancak doğada iş gören, yaklaşık ve düzeltiler matematik modeller görüngüleri kurtaran birer temsil şemaları olmanın ötesine geçerek deneysel tekrar, kontrollü gözlem ve nedensel çözümleme yöntemleri ile sürekli olarak test edilmesi gereken dinamik bir karakter ortaya koymaktadır. Şimdi deneyin zorunlu bir kanıtlama aracı şeklinde ele alındığı bu yeni ve aktif bilimsel yönteme yakından bir bakalım.

1.2.1. İbnü'l-Heysem'in Deney Temelli Yöntem Anlayışı

İbn'ül-Heysem optik alanındaki çalışmalarıyla Orta Çağ düşünce geleneğinin en seçkin deneysel araştırma örneklerini ortaya koymayı başarmış bir bilim insanıdır.

George Sarton, bu entelektüel mimarı yalnızca İslâm dünyasının değil, tüm Orta Çağ'ın en büyük fizikçisi ilan ederken (Nowsheravi, 1969: 49); Robert Briffault ise söz konusu tarihsel figürü modern bilimsel yöntemin öncülerinden biri olarak değerlendirmiştir (Saud, 1969: 62). İbn'ül-Heysem'in ayrıcalıklı entelektüel itibarı, A.I. Sabra'nın ifadelerinde, onun optik çalışmalarını sistematik deney ile matematiksel analiz arasında kurulan özgün bir sentez şeklindeki tanımlanmasında karşılığını bulmaktadır (Sabra, 1989: liv). Saleh Beshara Omar ise İbnü'l-Heysem'in optiğini Antik mirastan kopuşu temsil eden ve deneysel yöntemin bilinçli kullanımını içeren ilk kapsamlı girişimlerden biri olarak değerlendirerek (Omar, 1977: 9) İbnü'l-Heysem'in bilim tarihinde işgal ettiği konumu açık bir biçimde ortaya koymaktadır. Tüm bu değerlendirmeler *"optik bilimini kökten değiştirerek, konuya getirdiği esaslı matematiksel inceleme tavrını olgunun fiziksel boyutunu da işin içine katarak ve son derece özenli ve ayrıntılı deneyler düzenleyerek, modern anlamda bir matematiksel fizik çalışmasını gerçekleştirmiş"* (Topdemir, 1997: 43) olduğu gerçeğinden ilham almaktadır.

İbn'ül-Heysem *"optik bilgisinin, fiziksel ve matematiksel çalışmanın birlikte yürütülmesini gerektirdiğini"* (Saud, 1969: 61) açıkça dile getirerek fiziksel olguların incelemesi ile matematiğin keskinliğini i'tibar (kontrollü deney) ve istikrâ (tümevarım) kavramları üzerinden başarılı bir biçimde sentezlemiştir. Matthias Schramm'ın bu anlamda, Grek biliminde eksik olan *"matematiksel yasalara tabi fiziksel deney"* yaklaşımının tarihte ilk bilinçli ve sistematik inşası şeklinde İbnü'l-Heysem üzerinden tanıtması tesadüf değildir. Sabra'nın yaptığı analizde de İbnü'l-Heysem'in bilimsel yönetime ilişkin katkısını görmek mümkündür. Sabra'ya göre *i'tibar*, doğayı edilgen biçimde seyretmek değil; karanlık oda, cetveller, tüpler ve özel aynalar yardımıyla, fenomeni (örneğin ışığı) doğal ortamından uzaklaştıran, koşullarını kontrol eden ve sonuçlarını matematik ile ölçen aktif bir müdahaledir (Sabra, 1989: 18). Hâlihazırda *Kitâbü'l-Menâzır*⁴ başlıklı eserde İbnü'l-Heysem'in deneyle ilgili olarak kullandığı Arapça *itibar ve türevi (itibara ve mutabir)* sözcüklerinin Latinceye *experimentum, experimentare* ve *experimentator* olarak çevrilmesi de (Sabra, 1972: 190-191) deneysel yöntemin pasif bir gözlemden ziyade bir kanıtlama aracı olarak kullanıldığını güçlü bir biçimde desteklemektedir.

İbnü'l-Heysem'i böylesine bilimsel nitelikli bir tavır geliştirmeye iten motivasyona Eukleides'ten ve Aristoteles'ten Helenistik geleneğin bilimsel yöntem tasavvurundaki temsil krizi örnek olarak verilebilir. Daha önce değinildiği üzere, matematiği fiziğin dışında tutan Aristotelesçi doğa felsefesi ile fenomenleri kurtarmak maksadıyla matematiği fiziksel nedensellikten tümüyle ayırıştıran Ptolemaiosçu astronomi bu krizin bizzat sorumlusudur. İbnü'l-Heysem bu krizin farkında olacak ki önceki gök bilimcilerin gök cisimlerinin hareketlerini açıklarken *"daireler üzerindeki hayali noktalara"* dayandıklarını ve teorilerini söz konusu hareketlerin *"katı kürelerin*

⁴ *Kitâbü'l-Menâzır*, doğa felsefesi ile matematiği birleştiren eşsiz bir çalışmadır. Bu çalışma on üçüncü yüzyıldan on yedinci yüzyıla kadar optik alanında kaleme alınan birçok çalışmaya ilham vermiş; Roger Bacon (1214-1292/94), Witelo (1230/35-1275) ve Johannes Kepler (1571-1630) gibi Batılı düşünürler üzerinde derin bir etki bırakmıştır. Bkz. Gorini, 2003: 54.

yüzeylerinde” nasıl meydana geldiğini açıklamaktan tümüyle yoksun kaldıklarını açıkça ilan etmiştir (İbn al-Haytham, 2017: 53-54). Fiziksel olguların (umûr-i hissiye) incelenmesi ile matematiğin (umûr-i akliyye) kesinliğini, yepyeni bir test edilebilir doğa tasavvuru altında birleştirme yoluna gitmiştir⁵ (Saud, 1969: 61). Bu yaklaşımını *Kitâbü'l-Menâzır*'da açık bir şekilde sergileyen İbnü'l-Heysem, kendinden önce görmeyi sağlayan ışınların gözden çıktığı varsayımına dayandırılan gözişin (extramission) teorisi ile nesneden geldiğini savunan nesneışın (intromission) teorisini eleştirel bir süzgeçten geçirmiş ve bu iki kuram arasındaki çelişkiyi aşmak adına tek kılavuz olarak deneysel yöntemi benimsemiştir.⁶ İbnü'l-Heysem bu süreci kendinden sonra da etkin olacak şekilde şu şekilde formüle eder:

“Araştırmamıza, olguların çeşitli yönlerini incelemek için tümevarımsal akıl yürütme yoluyla başlayacağız. Görünür nesnelerin özelliklerini araştıracağız; görme sürecinde görmeyle ilişkili çeşitli yön ve nitelikleri birbirinden ayıracağız; görmenin kalıcı ve değişmez özellikleri ile süreç sırasında kendiliğinden apaçık olan ve kuşkuyla yer bırakmayan özellikleri tespit edeceğiz. Bunu yaptıktan sonra, ilk adımımızın kusurdan uzak ve hatalara karşı güvenli olmasını sağlayarak daha ileriye geçeceğiz.” (Sabra, 1989: 5-6; Saud, 1969: 61).

İbnü'l-Heysem yöntem yaklaşımında ifade ettiği “nitelikleri birbirinden ayırma” ve “kusurdan uzak adımlar atma” ilkeleri, i'tibar (kontrollü deney) ve istikrâ (tümevarım) kavramlarına atfettiği işlevlerle doğrudan ilintilidir. Araştırma sürecinin esas kuralı hiçbir varsayımın istisnalar (anormallikler) giderilmeden ve tüm olasılıklar test edilmeden evrensel bir yasa şeklinde formüle edilemeyeceği yönündedir (Hasan, 1969: 155-156). Tüm gözlemlerin izole biçimde bir araya getirilmesi ve sonuçların düzenlenerek evrensel yasalara ulaşılması *istikrân*ın temel eylemidir. Örneğin; İbnü'l-Heysem'in *Evren'in Yapısı Üzerine (Makâle fî Hey'eti'l-Âlem)* adlı eserinin ek bölümünde, tümevarım mantığının gök mekaniğindeki bir pratiğine rastlanmaktadır. Astronomik gözlemlerden ve özelde yıldızların düzensiz (karmaşık) görünen hareketlerinden yola çıkarak elde edilen başlangıçtaki dağınık gökbilimsel veriler (doğal teklik, muntazam hareket, bölünmezlik, boşluğun imkânsızlığı olmak üzere) dört temel fizik yasası ile eksiksiz bir fiziksel evren modeli inşasına dönüştürülür (İbn al-Haytham, 2017: 230-231). Aynı tümevarım mantığı ile bir deney pratiğinde renklerin ışıqla birlikte yayılması ilkesinin sınanması durumunda karşılaşmaktayız. İbnü'l-Heysem, farklı fiziksel niteliklerin nasıl bir arada hareket ettiğini ve renklerin de ışıqla gibi doğrusal yayılıp yayılmadığını test etmek amacıyla; şeffaf cam kaplara doldurduğu kırmızı, mavi, yeşil sıvıları karanlık oda düzeninde, Güneş ve ateş gibi

⁵ Johannes Hevelius, *Selenographia* (1647) adlı eserinin ön kapağında, sözü edilen iki yönlü yaklaşımı iki farklı bilgin üzerinden simgeleştirmiştir. Kapak görselinde İbnü'l-Heysem, elindeki geometrik çizimle matematiksel-rasyonel çözümlemeyi; teleskobuyla duran Galileo ise gözleme dayalı araştırmayı temsil etmektedir (Sabra, 2003: 55).

⁶ İngilizce kaynaklarda *Extramission/Emission Theory* ve *Intromission Theory* olarak adlandırılan yaklaşımların Türkçe karşılıkları Hüseyin Gazi Topdemir'in çalışmalarından alınmıştır. Bkz. Topdemir, 2010: 9-24; Topdemir, 2002: 27-54. Ayrıca Gözişin ve Nesneışın kuramları arasındaki geçişin bilim tarihinde bir paradigma değişimi olarak nasıl değerlendirilebileceği hususuna ilişkin detaylı bilgi için bkz. Gözütok, 2025: 69-84.

farklı ışık kaynakları altında gözlemlemiştir. Kontrollü deneylerin ve yorucu gözlem serisinin ardından, söz konusu fiziksel yayılımın istisnasız tüm renklerin doğal bir özelliği olduğu sonucuna ulaşmıştır (Sabra, 1989: 46-47).

İbnü'l-Heysem'in tümevarım yöntemi ışığın doğrusal yayılımı ile yansıma ve kırılma yasalarının keşif sürecine de entegre edilmiştir. O, *Işık Üzerine* adlı makalesinde ışığın doğrusal yayılımını kanıtlarken; Ay ve yıldızlar gibi gök cisimlerinin yanı sıra ateş gibi çeşitli ışık kaynaklarını deneye tabi tutmuştur. Bu sayede kaynağı her ne olursa olsun ışığın saydam ortamlar içinde doğrusal çizgiler şeklinde yayıldığı gerçeğini tartışmaya yol açmayacak kesinlikte evrensel bir yasa olarak kanıtlamıştır (İbn al-Haitham, 1969: 273-274). Öte yandan optik alanında yansıma ve kırılma yasalarını ortaya koyarken evrensel yasalara tek bir hipotezle basit bir yoldan ulaşmamıştır. Gözlemlerini; tikel ışık kaynaklarını çukur (parabolik) ve küresel aynalar gibi çeşitli yansıtıcı yüzeylere yönlendirerek ve farklı yoğunluklardaki saydam ortam geçişlerini tek tek ölçerek tümevarım veri seti oluşturmuştur. Onun metodolojisi hiçbir yasanın veya aksiyomun evrenselliği ortaya konulmadıkça ve tüm anormallikler giderilmedikçe formüle edilemeyeceği inancına bağlıydı (Hasan, 1969: 156; Saud, 1969: 62). İşte deney koşullarının sürekli olarak değiştirilmesi ardındaki temel gerekçe buydu. Yansıma ve kırılma yasaları; tüm tikel olasılıkların tek tek sınıandığı bu zahmetli tümevarım (*istikrâ*) sürecinin kusursuz birer ürünü olarak evrensel formuna kavuşmuştur.

İkinci ilke yani kusurdan uzak adımlar atma ilkesinin ise duyuların hata paylarını ortadan kaldırmak için türetilmiş olduğu söylenebilir. İbnü'l-Heysem, duyuların tümüyle yanılmaz olmadığını ve özellikle inceleme konusu olan nesnelerin boyutları küçüldükçe duyular üzerindeki hata payının arttığını ifade etmiştir (Omar, 1977: 59). Bunu önlemek adına duyuları doğayı incelemek için kullanılan bilinçli araçlara dönüştürmüş ve bu araçları kontrol teknikleriyle mümkün olan en üst düzeye kadar mükemmelleştirmiştir. Bu aktif test ve doğrulama sürecine Arapçada “dayanma, güvenme” anlamına gelen kontrollü deney (*i'tibâr*) adını vermiştir (Saud, 1969: 61). *Kitâbü'l-Menâzır*'da ışığın doğrusal yayılımını kanıtlamak ve görme mekanizmasını temellendirmek amacıyla kurduğu karanlık oda düzeneği ile İbnü'l-Heysem bu deneysel yöntemi pratiğe döker (Chaudhri, 1969: 113). O, kendiliğinden aydınlık olan her cismin ışığının, arada engelleyici bir perde bulunmadığı süreç karşısındaki yüzeye düz çizgiler halinde yayıldığı tespitinde bulunmuştur. Bunu ispatlamak amacıyla Güneş ışığının, tozlu veya dumanlı bir odaya küçük bir delikten süzülüşü meşhur karanlık oda deneyine başvurmuştur. Ancak o, çıplak gözle gerçekleştirilen gözlemle yetinmeyip algıda meydana gelebilecek olası hataları ortadan kaldırmak ve şüpheye yer bırakmamak adına ışığın izlediği doğrusal hattı düz bir çubuk ve gergin bir ip gibi araçlarla test etmiştir. Deneyin bir sonraki aşamasında ışık ile yüzey arasına mat bir cisim yerleştirerek ışık hattında kopma yaşandığını ve başlangıçtaki görüntünün kaybolduğunu kanıtlamıştır (İbn'ül-Heysem, 2024: 56-57). Anlaşılacağı üzere İbnü'l-Heysem, ışığın doğrusal biçimde yayıldığını kanıtlarken insan zihninin ve duyularının sınırlılıklarını hesaba katmış;

adımlarını hatalara karşı güvenli hâle getirmiştir. Karanlık bir odaya giren ışığın izlediği yolu önce havadaki toz zerrecikleri üzerinden gözlemlemiş, ancak toz olmaması ihtimalini dışlamak adına örneğin; düz bir tahta çubuk ve bir ip fiziksel doğrulama araçlarına başvurmuştur. İbnü'l-Heysem, optik bilimine getirdiği bu esaslı inceleme tavrıyla, olgunun fiziksel boyutunu son derece özenli ve ayrıntılı deneylerle sentezleyerek modern anlamda bir matematiksel fizik çalışması gerçekleştirmiştir (Sabra, 1989: 3,4-15). Dolayısıyla onun uyguladığı bu kontrollü deney pratiği; gözlem yapmayı, verilerin toplanmasını, hipotezlerin sınanmasını ve ortaya konan teorilerin defalarca doğrulanmasını zorunlu kılarak modern bilimsel yöntemin temel süreçlerini yüzyıllar öncesinden yetkin bir biçimde ortaya koymaktadır.⁷

İbnü'l-Heysem'in *Işık Üzerine* adlı çalışmasında ışığın fiziksel doğası (ışık nedir?) ile onun matematiksel yayılımı (nasıl yayılır?) birbirinden ayrıştırılarak iki boyutlu bir bilimsel analizin hizmetine konu edilir (İbn al-Haitham, 1969: 272; Topdemir, 1997: 45). İbnü'l-Heysem bu olguları incelerken kendisinden yaklaşık bir asır önce Fârâbî'nin (870-951) varlık ve var olanlar dizilimi üzerinden gerçekleştirdiği zorunlu-mümkün ayırımına benzer bir sınıflandırmayı çağrıştıran ancak tümüyle yöntemsel bir amaca hizmet eden "özel ve ilineksel" nitelikler ayırımına başvurur (Topdemir, 2017: 174-175). İbnü'l-Heysem'in başvurduğu (cisimlerin özünde yer alan ve cismin doğasına dışardan eklenen nitelikler şeklindeki) ayırım Bîrûnî'nin aksine bilimi betimleyici bir karakterden Baconcu anlamda görüngülerin arkasında iş gören; biçimlerin keşfine hizmet eden ve farklı materyallerde doğanın birliğini kavramak gibi bir vazifeye yönelir (Bacon, 2015: 128). Deneyin rolünü artıran nitelikler sayesinde bir yandan matematiksel temsile geçiş meşrulaştırılabilir, diğer yandan tekrarlanabilir ve genellenebilir olgulara yönelim kolaylaşır.

İbnü'l-Heysem aynı zamanda ışığın cisimlerin özel bir niteliği, bir ısı enerjisi olduğu yönündeki savı deneysel tümevarımla destekler. Güneş ışığının içbükey aynada bir noktada toplanarak yakıcı etki göstermesi veya opak cisimleri ısıtması gibi gözlemler, matematikçileri ışıkların türdeş olduğu ve aralarındaki farkın yalnızca şiddet derecelerinden kaynaklandığı iddiasına sevk eder (Topdemir, 1997: 46). Bu iddianın İbnü'l-Heysem açısından avantajlı kısmı deneysel tümevarım yöntemine matematiksel tündengelim yaklaşımını entegre etmiş olduğu varsayımdır. Benzer bir yaklaşım İbnü'l-Heysem'in *Yıldızların Işığı* adlı makalesinde bazı filozofların yıldızların ışığını Güneş'ten aldıkları yönündeki kanaatleri temelinde yaptığı açıklamada yer bulmaktadır. Ay'ın ışığını Güneş'ten aldığına yönelik bir gözlem ve Ay'ın evreleri ve tutulmalar sırasında Güneş'e göre konumu dikkate alındığında,

⁷ İbnü'l-Heysem'in karanlık oda deneyleri, modern dönemde Johannes Kepler tarafından yeniden ele alınmıştır. *Astronomiae Pars Optica*'da iğne deliğinden geçen ışığın oluşturduğu görüntüleri inceleyen Kepler, karanlık oda gözlemlerini sürdürmüştür; görüntünün büyüklüğü ve netliğinin deliğin çapına bağlı olduğunu göstermiştir. Daha da önemlisi, ışığın doğrusal yayılımını yalnızca gözlemle yetinmeden, karanlık oda içinde deliğin doğrultusuna bir ip gerip araya bir cisim yerleştirerek geometrik tarzda test etmiştir. Böylelikle İbnü'l-Heysem'in deneysel doğrulama çizgisini korurken meseleyi "bütünüyle geometrik bir temel" üzerinde yeniden kurmuştur. Bkz. Topdemir, 2019: 202-215.

onun kendiliğinden ışık saçan bir cisim olmadığı fikrinden hareketle yıldızların ışığının aynı tarzda bir açıklamaya tabi tutulması İbnü'l-Heysem açısından analojiye dayalı bir genellemedir (İbn al-Haytham, 1971: 283-284). İbnü'l-Heysem bu problemi yıldızların değişmeyen görünüşleri ve göksel hareket boyunca sergiledikleri sabit özellikleri dikkate alarak çözümlemektedir. Bu örnek bile açıkça göstermektedir ki İbnü'l-Heysem doğa bilimlerindeki teori merkezli problemleri çözerken matematiğin sunduğu kesinliği, fiziksel olguların dikkatli ve tekrarlanabilir gözlemleriyle birleştirmiş; spekülasyon ve analogilere dayanan açıklamaları bilimsel yönteminden tümüyle arındırmıştır.

1.2.2. İbnü'l-Heysem'e Göre Araştırma İzlenesi

İbnü'l-Heysem'in bilimsel yöntem konusuna ilgisinin Grek geleneğine hâkim olan tümdengelimci akıl yürütme tarzının eleştirisi üzerinden ilerlediği anlaşılmaktadır. İlerlemenin başlangıcını bilimin nasıl gerçekleştirilmesi gerektiğini içeren bir metodolojik dönüşüm fikri oluşturur. Bu dönüşüm bir yandan insan bilgisinin salt duyu algısına bağlı olarak kurulamayacağını kabulüne, diğer yandan ise bu algının hata, eksiklik ve yanıltıcılık taşıyabileceğine dair güçlü bir farkındalığa dayanır. Dolayısıyla bilgi elde etmede hatalardan muaf olmayan duyuların (özellikle de görme duyusunun) tek başına yeterli olmadığı gerçeği (Sabra, 1989: 3-4) ilerleyen süreçte doğanın bilgisine giden zorlu yolun aydınlatılmasını gerektirecektir.

İbnü'l-Heysem bu duysal sınırlılığı aşmak üzere, birbiriyle ilintili üç farklı araştırma evresi önermektedir: 1. Gözlem/Analiz aşamasında Duyu verilerinin eleştirisi, Algının analizi ve buradan hareketle Tümel vargıya ulaşma; 2. Deney/Sentez aşamasında Olguların incelenmesi ve Kontrollü deney (i'tibar); 3. Kuram aşamasında ise Matematiksel kanıtlama, Kuramsal ilkeler ve Tahkik.

1. Gözlem/Analiz

a. Duyu Verilerinin Eleştirisi: İbnü'l-Heysem'e göre bilimsel araştırma gözlemle başlamalıdır. Ancak gözlemin aracı olan duyular, elbette özellikle görme duyusu, her zaman bir şeyi olduğu gibi zihne getirmezler. Bazen de duyu nesnesinin kendisi doğrudan veya açık-seçik bir durumda değildir. Başka bir deyişle, *"Gerçekler belirsiz ve muğlak; amaçlar gizli, şüpheler sayıca çok, zihinler bulanık, kıstaslar da birbirinden farklıdır... veri toplamada kullandığımız araçlar (duyular) da hataya düşmekten uzak"* (İbnü'l-Heysem, 2024: 47) olmayabilir. Üstelik hata ihtimali yalnızca duyuların yetersizliğiyle de sınırlı kalmayabilir, öyle ki araştırmacının kendi doğasında barındırdığı önyargıları ve öznel görüşleri gibi karmaşaları söz konusu olabileceği gibi, bilgiye giden yolun çetinliği de sürecin kaderini belirleyebilir (Heysem, 2024: 49). Duyu algısındaki hata ihtimali ince ve karmaşık araştırma nesneleri söz konusu olduğunda daha da artar (Omar, 1977: 59). Bunun mantığı şudur: Bilimsel araştırma, duyunun verdiğini olduğu gibi kabul ederek değil, duyu verisinin nasıl yanıtlanabileceğinin farkında olunan bir eylem planı ile başlar. Dolayısıyla İbnü'l-Heysem'in bilimsel araştırma izlencesinin ilk basamağını *anlık/dolayısız algının*

eleştirisi oluşturur. Bilimin işi bundan böyle artık doğrudan öncülleri ilan etmek değil, öncüllerin duyuşsal kaynağını detaylı bir tümevarım ve dikkatli algı süreciyle test etmektir. Bu bağlamda duyu algısına yönelik eleştiri; negatif bir şüphecilikten ziyade mümkün olan en üst düzeye kadar yetkinleşme çabası ve sağlam bilginin zorunlu bir ön koşuludur (İbnü'l- Heysem, 2024: 49-234; Omar, 1977: 46-47; 55).

b. Algının Analizi: İkinci aşamada, algının içyapısını çözümlemek, yani algıyı psikolojik bir süreç olarak katmanlarına bölmektir (Omar, 1977: 47-48). Bu düzeyde algılananın yani nesnenin ne olduğu değil, onun tanınmasına ilişkin verilerin, örneğin renginin, biçiminin vb. verisinin belleğe taşınmasıdır. Böylece salt duyumun sadece bir başlangıç uyarımına yol açtığını belirten İbnü'l-Heysem'e göre algılanan nesnenin tanımlanması ve duyu verilerinin bilgiye dönüşmesi için devreye *karşılaştırma ve ayırt etme* süreçlerinin girmesi (Omar, 1977: 47-48) gerekir.

İbnü'l-Heysem'e göre zihin, görüleni daha önce edinilmiş kavramlarla karşılaştırır; bu işi gerçekleştiren ayırt etme yetisidir. Örneğin; bir nesnenin "at" ya da "Zayd" şeklinde tanınması, duyumdan ziyade, karşılaştırma, hatırlama ve ayırt etme işlemlerinden doğar (Omar, 1977: 47-49). İbnü'l-Heysem bununla yetinmez, yani algıyı sadece duyum ve tanıma düzeyi ile sınırlandırmaz, ikinci bir ayırım olarak anlık/dolaylı algı ile dikkatli/derinlikli algı (Omar, 1977: 50) arasındaki farkı söz konusu eder. Anlık algı nesnenin tanınmasını sağlasa da yüzeyseldir; buna karşın derinlikli algı algılayan öznenin, nesnenin tüm özelliklerine dikkatini yönelttiği ve yerinde ifade ile "tüm özelliklerini dikkatle inceleyip tümevarım yoluyla taradığı" ayrıntılı bir süreçtir (Omar, 1977: 50-51).

c. Tümel Vargı: Algının çözümlenmesinin ardından araştırma, tek tek gözlem verilerinden genel ve güvenilir sonuçlara ulaşma aşamasına evrilir. Buradaki amaç, duyulur nesnelerin koşullarını incelemek, tikellerin özelliklerini ayırt etmek ve duyum alanında değişmez, düzenli ve kuşkuyla yer vermeyecek unsurları bir arada toplamaktır. "...görme, nesneye dair önceden bilgisi olsun ya da olmasın, onu algıladığı sırada nesnenin tüm özelliklerini dikkatle incelemekten... bir nesnenin tam olarak doğrulanmış algısına ulaşamaz. Ancak bu doğrulama, duyu[yetisine] görelidir... doğrulanmış ve tam olarak doğrulanmış [kelimeleri] duyu[yetisinin] algılayabileceği şeyin sınırını ifade etmektedir" (Sabra, 1989: 224; İbnü'l-Heysem, 2024: 246). İbnü'l-Heysem'e göre gerçek bilgiye ancak dikkatli tarama süreci aracılığıyla ulaşabiliriz. Buradaki metodolojik dönüşüm şöyle ifade edilebilir: Algı, ışığın göze çarpmasıyla oluşan pasif ve mekanik bir etkilenme değil (Sabra, 1989: 66-67), nesnenin tüm parçaları üzerinde dikkatle ve tümevarımsal bir sırayla ilerleyen etkin bir çözümleme sürecidir (Sabra, 1989: 13; Omar, 1977: 50-53).

Algının katmanlı yapısına ilişkin İbnü'l-Heysem'in geliştirdiği çözümleme, hata ve yanlışların kaynağına da ışık tutacaktır. Ona göre algı sürecindeki hata, genellikle "ayırt edici yetinin" aceleci yargısından kaynaklanır. Ayırt edici yeti nesneyi detaylı biçimde incelemek yerine çoğu zaman bir iki ipucu ile tanır (Omar, 1977: 48-49). İbnü'l-Heysem bu durumu şu şekilde ifade eder: "*Tanıma, formdaki tüm özelliklerin*

incelenmesiyle değil, işaretler aracılığıyla gerçekleşir" (Sabra, 1989: 129). Başka bir deyişle, "Fark edilen bu kısmi yön (ipucu), başka bir nesnenin veya nesne sınıfının özelliğiyle olan benzerliğinden ötürü hatalı bir şekilde o nesne olarak tanınabilir; örneğin bir katır 'at' olarak algılanabilir". Bu yüzden anlık ve denetlenmemiş algıda yanlış tanıma mümkündür (Sabra, 1989: 221). O halde algıyı güvenilir kılmanın yolu, onun iç işleyişini aydınlatmak ve dikkat, tekrar, karşılaştırma, hatırlama ve ayırt etme gibi öğeleri görünür kılarak süreci derinlemesine algıya dönüştürmektir (Omar, 1977: 48-55). Nihayetinde İbnü'l-Heysem, "önceki bilgiye ve işaretlere dayalı, kısa süreli bakışla elde edilen algının doğrulanmış bir algı olmadığını", nesnenin formundan emin olmak için tüm özelliklerin yeniden tefekkür edilmesinin şart olduğunu ifade eder (Sabra, 1989: 221-223).

2. Deney/ Sentez

a. Olgular: İbn'ül Heysem'de bilimsel araştırma pratiği olguların dikkatli incelenmesi ön koşulu ile gerçekleşir. Nesnelerin ve olayların görünür koşulları tek tek ele alınarak onların sabit, tekrar eden ve ayırt edilebilir yönleri açığa çıkarılmaya çalışılır. Bu sayede olgu yalnızca görülen şey değil, sistemli dikkat altında anlam kazanan ve araştırmanın temelini oluşturan bir unsur hâline gelir.

b. Kontrollü Deney (i'tibar): Bu aşama kontrollü deneye geçişten oluşmaktadır. İbnü'l-Heysem için kontrollü deney, fiziksel özelliklerin doğrudan incelendiği ve çoğu zaman bu amaç için özel olarak tasarlanmış deney düzeneklerinin kullanıldığı bir kanıtlama biçimidir. Bu yöntemin amacı gözlemi koşulların değiştirilebildiği yapay bir duruma tabi tutarak sürece kesinlik ve hassasiyet getirmektir (Sabra, 1989: 18). Bunun pratikteki elverişli yönü bağımsız değişkenlerin araştırmacı tarafından sistemli bir şekilde değiştirilmesine izin vermesidir. Dominique Raynaud'un belirttiği üzere, İbnü'l-Heysem karanlık oda deneylerinde "değiştirilebilecek her şeyi çeşitlendirir: Işık kaynağı (Güneş veya Ay), deliğin şekli (daire veya kare), deliğin boyutu (dar veya geniş) ve odak uzaklığı (yakın veya uzak)" (Raynaud, 2016: 96). İbnü'l-Heysem'in bu kontrollü deney basamağındaki nihai hedefi, optik yanılsamaları bertaraf ederek sarsılmaz bir kanıta ulaşmaktır. *Ayın Yüzeyindeki Lekeler Üzerine* adlı makalesinde İbnü'l-Heysem, Ay üzerindeki izlerin "dikkatle bakılıp tefekkür edildiğinde" daima aynı biçim, konum, büyüklük ve karanlık derecesiyle bulunduğunu ifade eder (Ghassemi, 2020: 94). Burada kontrollü ve dikkatli bir inceleme söz konusudur. Zira Ghassemi'nin de İbnü'l-Heysem'in kontrollü deneyini modern anlamda bir deney olarak değil, kontrollü gözlem şeklinde kavramsallaştırması boşuna değildir (Ghassemi, 2020: 65). Bu yorum şu açıdan önemlidir: Kontrollü deney ya da i'tibar, doğanın rastgele ve pasif bir seyri değildir; gözlemi belirli koşullar altında düzenleyip daha güvenilir ve kesin hâle getiren, özel olarak tasarlanmış ve denetlenmiş bir gözlem biçimidir (Ghassemi, 2020: 64-65). Demek ki tümevarım ve kontrollü deney, dağınık duyumları yetkin gözleme dönüştüren üçüncü metodolojik basamak şeklinde tasarlanabilir.

3. Kuram

a. Matematiksel Kanıtlama: İbnü'l-Heysem'in yönteminin üçüncü düzeyi gözlem ve deney aracılığıyla elde edilen verilerin matematiksel bir düzende ifadesi ile şekillenmektedir. Artık yalnızca algının düzeltilmesi değil, gözlenen olguların doğa bilimleri ile matematiğin senteziyle evrensel bir yasa altında toplanması söz konusudur. Omar'ın ifadesiyle araştırma iki yönlü ilerlemelidir. Bir yandan "ayrıntılara dikkat edilmeli", öte yandan "ayrıntıların bütünüyle oluşturduğu genel durum" kavranmalıdır (Omar, 1977: 52-56). Yani ayrıntı ile bütün aynı anda düşünülmelidir. Bu durumun gerekçesi, İbnü'l-Heysem'in görme araştırmasını doğa bilimleri ile matematik bilimlerinin birleştirilmesi yönünde yaptığı çağrıda yer almaktadır. Görme doğal bir olaydır; ancak onun nesneleri şekil, konum, büyüklük, hareket, durgunluk ve doğrusal çizgiler gibi matematiksel belirlemeler çatısı altında kavranır (Sabra, 1989: 4). Dolayısıyla bilim, onda yalnızca olguları sıralamakla yetinmez; olguları geometrik bir düzen içinde yeniden kurarak bilgiye dönüştürür. İşte bu dönüşümün adı matematiktir. Daha açık bir ifade ile görünür olanın, ölçülebilir ve bağıntısal bir düzene çevrilmesidir.

b. Kuramsal İlkeler: Gözlemsel veriler ancak evrensel bir yapı içinde bir araya getirildiklerinde kuramsal ilkelere dönüşür. Bu sentezin diğer bir boyutu da tek tek algılanan durumların "evrensel bir form" altında toplanmasıdır. Başka bir ifadeyle dikkatli ve tekrarlı algı süreci sonucunda nesnenin bütün özelliklerinin ayırt edilir, bilinen benzerleriyle karşılaştırılır ve böylelikle o nesneye ait "sentezlenen yapı" kavranır. Yansıma araştırmaları için de aynı mantıktan söz edilebilir. Geliştirilen yansıma düzeneği, ışığın farklı tekil durumlarını izole edip tekrar tekrar gözlemlemeye olanak tanır. Böylelikle "evrensel form" yani yansıma yasası, zihinsel düzeyde inşa edilebilir (Omar, 1977: 57). Bu aşamada matematiksel sentez, tekil fenomenleri aşan bir evrenselleştirme işlemi; farklı örneklemelerdeki değişmez ilişkilerin açığa çıkarılmasıdır (Omar, 1977: 54, 119-121).

c. Tahkik: Tahkik ulaşılan kuramsal ilişkinin yalnızca makul bir önerme şeklinde bırakılmayıp olgusal kanıtlamalar aracılığıyla kesin ve denetlenebilir bir ispat düzeyine taşınmasıdır. İbnü'l-Heysem, optik alanında daha önce bir çalışma kaleme almış, ancak görmenin bütün nesnelere ilişkin kesin kanıtlara ulaştıktan sonra bu çalışmasını yeniden ele alarak baştan düzenlemiştir (Steffens, 2007: 58-60; Sabra, 1989: 6). Bu ifade, onun gözlem verisini ancak gösterilebilir ve denetlenebilir hâle geldiğinde bilimsel bilgi olarak kabul ettiğini göstermektedir. İbnü'l-Heysem'in önerdiği bu metodolojik adımı, pasif gözlemden kontrollü gözleme ve oradan da kanıtlayıcı ispat sürecine geçiş olarak değerlendirmek mümkündür. Kısacası, tahkik salt tümdengelim yöntemi değil; gözlem ile geometrik ispatın eşgüdümlü hareket ettiği bir doğrulama evresidir (Sabra, 1989, s. 6; Ghassemi, 2020, 64-67, 101-102).

Bilimsel yöntemin bu aşamasındaki en kayda değer yönü sentez ve tahkikin iç içe geçebileceğinin ortaya konulmuş olmasıdır. Şöyle ki: Sentez, çok sayıdaki

görünümünden tek bir geometrik ilişki türetirken; tahkik, bu ilişkinin farklı koşullar ve durumlar altında da korunduğunu kanıtlayarak yasayı doğrular.

İbnü'l-Heysem'in yöntemindeki dördüncü basamak; duyuşal verilerin geometrik yasalara dönüştürülmesi ve bu yasaların kontrollü, tekrarlanabilir, gösterilebilir bir ispat rejimi içerisinde test edilmesinin ifadesini içerir. Yani bu aşama yalnızca matematiksel araçların kullanımı ile sınırlandırılmaz. En yerinde ifade ile bu aşama kontrollü gözlemlerle desteklenen matematiksel-ispatlanabilir bir tahkik sürecidir. Nihayetinde İbnü'l-Heysem deneysel çokluğu geometrik ilkeler altında birleştirerek ve aynı geometrik modelin farklı koşullarda da geçerliliğini koruduğunu göstererek kesinlik idealine bir adım daha yaklaşmış olur.

1.3. Deneysel Müdahale ve Bilimsel Temsil

Temsil krizi, matematik açıdan tutarlı ve yüksek öngörü gücüne sahip modellerin fiziksel gerçekliğin doğasına ilişkin zorunlu bir açıklama sunup sunamayacağı sorusundan doğmaktadır. Bu çerçevede bilimsel yöntem, iki temel epistemik strateji arasında konumlanmaktadır: doğayı matematiksel olarak temsil etmek ve deney yoluyla ona müdahale ederek sınamak. Modern bilim felsefesinde bu ayrım Ian Hacking tarafından “temsil etmek” ve “müdahale etmek” biçiminde kavramsallaştırılmıştır. Çünkü teoriler dünyanın nasıl olduğu ile ilgilenirken, deney ve onu izleyen teknoloji dünyayı doğrudan değiştirmek üzerine kuruludur (Hacking, 2016: 51) Ancak bu iki stratejinin tarihsel olarak her zaman bütünleşik bir yapı oluşturduğu ileri sürülemez. Bu bağlamda bilimsel temsil problemi, matematiksel modeller ile fiziksel gerçeklik arasındaki ilişkinin niteliğini sorgulayan temel bir tartışma alanı olarak ortaya çıkmaktadır. Modern bilim felsefesinde temsil problemi, bilimsel teorilerin doğayı yalnızca betimleyen araçlar mı yoksa ontolojik gerçekliği açıklayan yapılar mı olduğu sorusu etrafında şekillenmektedir. Bilimsel yöntemin tarihsel olarak ayrışan ve birleşen epistemik teori ve deneyin farklı bilimlerin farklı gelişme dönemlerinde birbirinden farklı ilişkiler izleyebilmesinden kaynaklanır (Hacking, 2016: 13). Hacking'e göre “deney yapmanın; spekülasyon, hesaplama, model oluşturma, icatla ve teknolojiyle çeşitli yollardan etkileşen ayrı bir hattı vardır” (Hacking, 2016: 15). Diğer yandan teori üretmek de tek bir edimden ibaret değildir; aksine deneyle farklı biçimlerde ilişkilenen pek çok teori türünden ve teorik seviyesinden söz edilebilir (Hacking, 2016: 14). Bu gerekçe ile ne bilim tarihinin teorisinin deneyi ya da deneyin teoriyi öncelediği doğrusal bir çizgi üzerinden okunması ne de bilimsel bilginin oluşumu tek bir yöntem hiyerarşisi üzerinden değerlendirilmesi doğrudur.

Araştırmalar Bîrûnî ve İbnü'l-Heysem'in İslâm bilim tarihindeki merkezî konumlarına ilişkin kapsamlı ve çok katmanlı bir literatür ortaya koymuştur. Bununla birlikte, bu literatür çoğunlukla disipliner ayrışmalar temelinde şekillenmiş ve her iki düşünürün bilimsel yöntem anlayışları genellikle birbirinden bağımsız bağlamlarda ele alınmıştır. Bu yaklaşım, matematiksel temsil ile deneysel müdahale arasındaki

ilişkinin tarihsel dönüşümünü bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirmeyi zorlaştırmaktadır.

İbnü'l-Heysem üzerine yapılan çalışmalar, özellikle onun optik alanındaki katkılarını ve deneysel yöntemine verdiği önemi ön plana çıkarmaktadır. Bu alandaki temel referanslardan biri, A. I. Sabra'nın *The Optics of Ibn al-Haytham* adlı kritik neşir ve yorumlayıcı çalışmasıdır. Sabra, İbnü'l-Heysem'in optiğini yalnızca bir görme teorisi olarak değil, aynı zamanda matematiksel analiz ile fiziksel açıklama arasında kurulan sistematik ilişkinin bir örneği olarak değerlendirmektedir (Sabra, 1989: liv). Bu yaklaşım, optik bilgisinin geometrik yapı ile deneysel doğrulama arasındaki etkileşim temelinde yeniden ele alınmasına olanak tanımıştır. Ayrıca, A. Mark Smith'in çalışmaları, İbnü'l-Heysem'i Antik optik geleneği ile erken modern optik arasındaki dönüşüm sürecine yerleştirerek, özellikle (ışığın yayılım konisi ve görme merkezi analizi örneğinde olduğu gibi) görüntü oluşumu ve ışığın doğasına ilişkin problemlerin tarihsel sürekliliğini vurgulamaktadır (Smith, 2014: 225). David C. Lindberg'in görme teorileri üzerine klasik çalışması da İbnü'l-Heysem'in antik mirası dönüştürme biçimini anlamak açısından temel bir referans olarak öne çıkmaktadır (Lindberg, 1967: 321-322).

İbnü'l-Heysem'in yöntem anlayışını inceleyen çalışmalar, özellikle deney (i'tibār), tümevarım (istikrā) ve matematiksel analiz arasındaki ilişkiye odaklanmaktadır. Sabra'nın deney kavramının kökenine dair analizleri, İbnü'l-Heysem'in bilimsel araştırmayı pasif gözleminden ayırarak kontrollü ve yapılandırılmış bir süreç olarak tanımladığını göstermektedir. Roshdi Rashed ise İbnü'l-Heysem'in çalışmalarını, matematik ile fizik arasındaki sınırların yeniden tanımlandığı (matematik ile fiziği birleştirmeye yönelik) daha geniş bir bilimsel araştırma programı çerçevesinde değerlendirmektedir (Rashed, 2016: 38) Bu yaklaşım, İbnü'l-Heysem'in katkılarını yalnızca teknik başarılar olarak değil, aynı zamanda epistemolojik bir dönüşüm olarak ele almayı mümkün kılmaktadır. Bununla birlikte, literatürde zaman zaman İbnü'l-Heysem'i doğrudan modern bilimsel yöntemin kurucusu olarak nitelendiren teleolojik yaklaşımlar da bulunmaktadır. Bu tür yorumlar tarihsel bağlamı ihmal etme riski taşıdığı için, son dönem çalışmalarda daha temkinli ve bağlamsal okumalar öne çıkmaktadır. Bîrûnî literatürü ise daha parçalı ve çok disiplinli bir karakter sergilemektedir. Onun astronomi, coğrafya, kronoloji ve kültürlerarası karşılaştırmalar üzerine yaptığı çalışmalar, genellikle teknik başarıları ve ansiklopedik bilgi üretimi çerçevesinde ele alınmıştır. *Tahdidü Nihayati'l-Emakin* ve *El-Kanunü'l-Mes'udi* gibi eserler üzerine yapılan araştırmalar, Bîrûnî'nin ölçüm, hesaplama ve coğrafi koordinatlar konusundaki katkılarını ayrıntılı biçimde ortaya koymaktadır. Bu bağlamda Edward Stewart Kennedy ve Jamil Ali gibi araştırmacıların çalışmaları (Mekke ve Gazne'nin enlem ve boylam analizleri örnek olarak verilebilir) Bîrûnî'nin matematiksel uygulamalarını tarihsel bağlam içinde görünür kılmaktadır. Bununla birlikte Bîrûnî'nin bilimsel yöntemi çoğunlukla teknik başarılarının bir uzantısı olarak değerlendirilmiş; onun matematiksel temsili ampirik bir temele oturtma girişimi ise yeterince teorize edilmemiştir (Hogendijk, 2020: 7-10).

Bîrûnî literatürünün bir diğer önemli yönü, onun karşılaştırmalı ve eleştirel bilgi üretimi anlayışına odaklanan çalışmalardır. *Tahkîku Mâ li'l-Hind* üzerine yapılan analizler, Bîrûnî'nin farklı bilgi geleneklerini karşılaştırmalı bir yöntemle ele alıp gözlem, ölçüm ve matematiksel analiz yoluyla yeniden değerlendirdiğini göstermektedir. Bu araştırmalar, Bîrûnî'nin yalnızca bilgi aktaran bir derleyici olmadığını, farklı epistemik sistemleri eleştirel bir süzgeçten geçirerek yeniden yapılandıran bir düşünür olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte bu yaklaşımın bilimsel temsil problemi bağlamında sistematik bir teorik çerçeveye yerleştirildiği çalışmalar sınırlı sayıdadır.

Bu noktada bilim felsefesi literatürü, mevcut boşluğu doldurmak için önemli kavramsal araçlar sunmaktadır. Bilimsel teorilerin doğayı nasıl temsil ettiği ve deneyin bu temsilleri nasıl sınıadığı sorunu, modern bilim felsefesinde kapsamlı biçimde tartışılmıştır. Ian Hacking'in temsil (*representing*) ve müdahale (*intervening*) ayrımı, bilimsel bilginin iki temel boyutunu vurgulamaktadır: doğayı teorik olarak yapılandırmak ve deneysel olarak sınamak. Benzer şekilde Bas van Fraassen ve Roman Frigg gibi düşünürler, bilimsel modellerin temsil gücünü, bu modellerin gerçeklikle kurduğu ilişkinin doğası üzerinden tartışmaktadır. (Fraassen, 2008: 2; Frigg, 2006: 49). Pierre Duhem'in özellikle astronominin amacını gerekçelendirdiği satırlarda başvurduğu "görüngüleri kurtarma" yaklaşımı ise matematiksel modellerin fiziksel gerçeklikten bağımsız olarak işlevsel olabileceğini göstererek temsil sorununun tarihsel kökenlerini ortaya koymaktadır (Duhem, 1985: 5-6).

Bununla birlikte, İslâm bilim tarihi literatüründe bu tür kavramsal çerçevelerin sistematik olarak uygulanmadığı görülmektedir. Bîrûnî ve İbnü'l-Heysem üzerine yapılan çalışmalar genellikle tarihsel ve filolojik analizlerle sınırlı kalmakta, bu düşünürlerin bilimsel yöntem anlayışları ise modern bilim felsefesinin temsil, model ve deney kavramlarıyla yeterince ilişkilendirilmemektedir. Bu durum, söz konusu düşünürlerin katkılarının ya yalnızca teknik başarılar düzeyinde kalmasına ya da anakronik biçimde modern bilimin doğrudan öncülleri olarak değerlendirilmesine yol açmaktadır.

Sonuç

Bilim tarihi, bilimlerin yalnızca yeni olgu ve keşiflerinin değil, doğayı bilme tarzlarının, yani bilimsel yöntemlerin ve zihniyetlerin gelişim tarihidir. Bilim, bu açıdan bakıldığında gözlem, ölçüm, deney, matematiksel inşa, karşılaştırma ve nedensel açıklama gibi çeşitli araştırma etkinliklerinin tarihsel bir süreklilik ve el birliği içinde kavranması gereken bir bütünlük arz etmektedir. Bu doğrultuda bilimsel yönetime düşen görev bilimi, tek bir coğrafyanın, kültürün himayesinden, tek bir otoritenin tahakkümünden, dinamik, kesintisiz ve sınır tanımaz bir yürüyüşle kurtarmaktır. Bu anlamda bilimsel yöntem bir görev üstlenmelidir: Durağan, kendi içine kapanık ve duraklama sürecine giren tarihsel dönemlere bir canlılık, esneklik ve entelektüel dinamizm aşılayan dönüştürücü bir güce dönüşmek. Bu güç bilimsel

yöntemin tarihsel gelişiminin doğrusal bir ilerleme olarak değil, farklı epistemik stratejilerin etkileşimi ve yeniden yapılandırılması yoluyla anlaşılması gerektiğinde aranmalıdır.

Antik Grek biliminde matematik ile fizik arasındaki ilişki, Platon ve Aristoteles'in farklı yaklaşımlar geliştirmelerine ve bunun bir sonucu olarak da belirgin bir epistemik ayrışmanın olduğu farklı bilim yapma tarzlarının doğmasına yol açmıştır. Platon matematiği hakikatin ayrıcalıklı yolu olarak konumlandırırken, Aristoteles nedenselliği merkeze alarak doğayı açıklamaya yönelmiştir. Bu iki yaklaşımın sentezi Ptolemaios'ta gözlemlense de bu sentez matematiksel başarı ile fiziksel gerçeklik arasındaki bağı zayıflatmış ve epistemik bir gerilim üretmiştir. Ptolemaios'un astronomisi matematiksel açıdan son derece başarılı olmakla birlikte fiziksel nedensellikten kopuk bir yapı sergiler. Bu durum Pierre Duhem'in "görüngüleri kurtarma" yaklaşımıyla örtüşmekte; matematiksel modellerin fenomenleri açıklamakla birlikte onların gerçek doğasına ilişkin zorunlu bir bilgi sunmadığını göstermektedir. Bu bağlamda ortaya çıkan kopuş, bu makalede temsil krizi olarak tanımlanmaktadır.

Klasik dönem İslâm biliminde bu kriz, eleştirel bir yeniden yapılanma süreciyle karşılanmıştır. Bîrûnî'nin yöntemi, matematiği salt temsil aracı olmaktan çıkararak ölçüm, gözlem ve karşılaştırma yoluyla ampirik bir temele oturtur. Bu yaklaşım matematiksel temsilin ampirik olarak temellendirilmesi şeklinde ifade edilebilir. Bîrûnî'de geometri soyut bir ideal olmaktan çıkarak fiziksel dünyanın ölçülebilir yapısının ifadesine dönüşür. Buna karşılık İbnü'l-Heysem bilimsel yöntemi farklı bir doğrultuda yeniden yapılandırır. Onun yaklaşımında deney, pasif bir gözlem değil, kontrollü epistemik müdahaledir. Deney, tümevarım ve matematiksel analizin birleşimi, fiziksel olguların nedensel yapısını ortaya koyan sistematik bir yöntem üretir. Bu bağlamda İbnü'l-Heysem'in yaklaşımı müdahalenin matematikselleştirilmesi olarak kavramsallaştırılabilir.

Bu iki yaklaşım birlikte değerlendirildiğinde bilimsel yöntemin yalnızca temsil ya da yalnızca deney temelinde açıklanamayacağı görülmektedir. Çünkü bilimsel bilgi, ancak bu iki epistemik stratejinin karşılıklı olarak birbirini doğruladığı bir süreçte epistemik meşruiyet kazanmaktadır. Bîrûnî'nin temsili ampirikleştiren yaklaşımı ile İbnü'l-Heysem'in müdahaleyi matematikselleştiren yöntemi, bilimsel bilginin hem yapılandırılması hem de sınanması süreçlerini bütünleştiren bir model sunmaktadır. Bu modelde temsil doğayı yapılandırırken ölçüm temsili doğrular, deney nedenselliği test eder ve matematik sonuçları evrenselleştirir

Bîrûnî'nin yöntem yaklaşımında geometri, bir kesinlik arayışı üzerine kurulu olmaktan çok denetlenebilir ve düzeltilebilir bir bilgi üretim aracıdır. Bunun nedeni son derece açıktır. Bîrûnî ölçüm araçlarının kusurlu yapısına, duyuların yanılabilirliğine ve insan bilgisinin sınırlılığine dair bir farkındalık içerisindedir. Bîrûnî için hakikate yaklaşmak; tek bir gözlemi, kuramı ya da otoriteyi mutlaklaştırmaktan ziyade, farklı açıklamaları birbirine karşı sınamak, ölçüm

sonuçlarını titizlikle denetlemek ve matematiksel temsilleri ampirik verilerle sürekli olarak karşılaştırmaktır. Bu tavır aynı zamanda Bîrûnî'yi yalnızca Orta Çağ'ın seçkin bir matematikçisi değil, aynı zamanda bilginin nesnelliğini yöntemsel denetim, karşılaştırma ve ölçüm aracılığıyla kurmaya çalışan modern anlamda eleştirel bir araştırmacı kimliğine taşımaktaydı.

İbnü'l-Heysem'in yöntem anlayışı, Bîrûnî'nin geometri ile açtığı yolu ampirik ispat lehine daha ileri bir noktaya taşır. İbnü'l-Heysem için deney yalnızca teorik önermelerin geçerliliğini test etmeye yarayan bir araç değil; aynı zamanda koşulları düzenleyen, bilgiyi gerekçelendiren ve sonuçlarını ölçülebilir forma getiren bir otorite hâline gelir. Böylelikle deney hatayı azaltan ve evrensel yasa formülasyonuna imkân veren bir yönetime dönüşür. İbnü'l-Heysem'in yöntemsel açıdan en önemli yeniliği, matematiği deneysel bulguların mantıksal yapısını kuran ve nedensel açıklamaya dönüştüren vazgeçilmez bir unsur olarak kullanmasında yatar. Örneğin; ışığın doğrusal yayılımı, yansıması ve kırılması gibi fiziksel olgular, onun sisteminde yalnızca duysal gözlemlerle veya geometrik kuramlarla gerekçelendirilmez; ampirik tümevarım ve matematiksel ispat aracılığıyla ortak bir kanıtlama rejiminde açıklanır. Tam olarak bu nedenle onun araştırma yöntemi, naif bir ampirizm şeklinde değerlendirilemez.

Gerek Bîrûnî gerekse İbnü'l-Heysem otoriteye dayalı bilgi anlayışına karşı eleştirel bir tutum sergilemiş; bilimsel bilginin meşruiyetini, yöntemsel açıdan denetlenebilir araştırma pratiklerinde aramışlardır. Her iki bilim insanı da matematiği fiziksel gerçeklik alanına uygulamış; duysal veriyi ise sistemli bir inceleme sürecine tabi kılmıştır. Bununla birlikte her ikisi arasındaki ayrım, hangi yöntem bilimsel eksenine merkeze aldıklarında belirginleşir. Bîrûnî'de öncelik ölçüm, karşılaştırma ve geometrik inşa yoluyla doğanın niceliksel düzenini keşfetmektir; İbnü'l-Heysem'de ise temel yönelim olguyu *kontrollü* koşullar altında yeniden üretmek, değişkenlerini ayırmak ve deneysel sonuçları matematiksel yasalar formunda ifade etmektir. Çok daha basit bir ifade ile söylemek gerekirse Bîrûnî geometriyi ampirikleştirirken, İbnü'l-Heysem ise deneyi matematikselleştirir.

Bîrûnî ile İbnü'l-Heysem arasında bir yöntem üstünlüğü bulunmaz; aksine araştırma nesnelerinin doğasından kaynaklanan yöntemsel vurgu nüansından söz edilebilir. (Bu makalede ağırlıklı olarak astronomi ve coğrafya örnekleri üzerinden ele aldığımız üzere) Bîrûnî'nin araştırma nesneleri çoğunlukla uzaktan gözlemlenebilir ve doğrudan müdahale edilemeyen kozmik ya da jeodezik olgulardır. Bundan dolayı onun yöntemi, doğanın karşısında pasif bir gözlemci olarak bulunmasını gerektiren ve ölçümün sınırlarını en üst düzeye taşıyan bir geometrik tahkik biçiminde gelişmiştir. Buna karşın İbnü'l-Heysem'in karşısındaki dünya ise olgular gibi kontrollü koşullar altında yalıtılabilen ve deneysel olarak yeniden kurulabilen olguların toplamıydı; bu yüzden onun yöntemi, müdahale, tekrar, değişken kontrolü ve deneysel doğrulamaya dayanan aktif bir süreci gerektirmektedir. Bîrûnî, doğayı matematiksel olarak kavramanın sınırlarını sonuna kadar zorlarken; İbnü'l-Heysem ise bu sınırı bertaraf ederek doğanın belirli bir boyutunu belirli koşullar altında test

etme cesaretini göstermiştir. Aralarındaki fark tam da burada belirir: Bîrûnî dış dünyayı ölçüm ile nesnelleştirirken, İbnü'l-Heysem kontrollü müdahale ile bir deneysel ispat biçimi tesis etmektedir.

Her iki düşünürün özel olarak Ptolemaios'a ve genel olarak Grek bilim mirasına yönelttikleri eleştiriler böylece daha anlaşılır olmaktadır. Ptolemaios'tan miras kalan temsil krizinde temel problem, matematiksel model ile fiziksel gerçeklik arasındaki bağın zayıflamasıydı. Bîrûnî bu krize, geometriyi yeniden fiziksel dünyanın ölçülebilir yapısına bağlayarak cevap vermiştir. İbnü'l-Heysem ise ampirik sınamayı matematiksel açıklama için bir ön koşul hâline getirerek mevcut krizin üstesinden gelmiştir. Böylece Bîrûnî matematiksel temsili ampirik tahkikle meşrulaştırırken İbnü'l-Heysem ise deneysel bulguyu matematiksel formülasyon çatısı altında evrenselleştirmiştir. İkisi birlikte düşünüldüğünde, Klasik dönem İslâm düşüncesinde bilimsel yöntemin yeniden tesisinin ne salt matematiksel ne de salt deneysel bir karakter taşıdığı; aksine ölçüm, gözlem, karşılaştırma, tümevarım, geometrik inşa ve kontrollü müdahale gibi farklı yöntem unsurlarının yeni bir sentez içinde bir araya getirildiği görülmektedir.

Kaynakça

- al-Bîrûnî. (1934). *Kitab al-Taḥḥim li Awa'il Sina'at al-Tanjim (The Book of Instruction in the Elements of the Art of Astrology)*, (R. R. Wright, trans.). London, Luzac & Co.
- al-Bîrûnî. (1955). *Al-Qānūnu'l-Mas'ūdī (Canon Masudicus)* (V. 2). Hyderabad, India, The Dairatu'l-Ma'arif-il-Osmania.
- al-Bîrûnî. (1967). *The Determination of the Coordinates of Positions for the Correction of Distances between Cities (Kitāb Taḥdīd al-Amākin)*, (J. Ali, trans.). Beirut, The American University of Beirut.
- el-Bîrûnî. (2011). *Maziden Kalanlar (El-Āsār el-Bâkiye)*, (A. Batur, Çev.). İstanbul, Selenge Yayınları.
- el-Bîrûnî. (2023). *Tahkîku Mâ li'l-Hind: Bîrûnî'nin Gözüyle Hindistan*, (K. Burslan, Çev.). Ankara, Türk Tarih Kurumu.
- Aristoteles. (1996a). *Organon IV, İkinci Analitikler*, (H. R. Atademir, Çev.). İstanbul, MEB Yayınları.
- Aristoteles. (1996b). *Metafizik*, (A. Arslan, Çev.). İstanbul, Sosyal Yayınlar.
- Aristoteles. (1997). *Gökyüzü Üzerine*, (S. Babür, Çev.). Ankara, Dost Kitabevi Yayınları.
- Aristoteles. (2001). *Fizik*, (S. Babür, Çev.). İstanbul, YKY.
- Bacon, R. (1928). *The Opus Majus* (R. B. Burke, trans., Vol. 2). Philadelphia, University of Pennsylvania Press.
- Bacon, F. (2015). *Novum Organum*, (T. Kabadayı, Çev.). Ankara, Bilgesu Yayınları.
- Batchelor, D. A.-F. (2015, 16 December). *Al-Bîrûnî: Outstanding 'Modern' Scientist of the Golden Age of Islamic Civilisation*. International Institute of Advanced Islamic Studies (IAIS) Malaysia.

- Chaudhri, A. G. (1969). Ibn al-Haitham: The educational and scientific importance of his writing. H. M. Said (Ed.), *Ibn al-Haitham: Proceedings of the Celebrations of 1000th Anniversary* in. (pp. 109-123), Karachi, Hamdard National Foundation.
- Descartes, R. (2020). *Aklını İyi Yönetmek ve Bilimlerde Hakikati Aramak İçin Yöntem Üzerine Konuşma* (M. Erşen, Çev.). İstanbul, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Duhem, P. (1985). *To Save the Phenomena: An Essay on the Idea of Physical Theory from Plato to Galileo*. Trans. by Edmund Dolan and Chaninah Maschler. With an introductory essay by Stanley L. Jaki. Chicago, University of Chicago Press.
- Frigg, R. (2006). Scientific representation and the semantic view of theories. *Theoria: An International Journal for Theory, History and Foundations of Science* (21), no. 1 49-65.
- Ghassemi, S. (2020). *Ibn al-Haytham and Scientific Method*. Unpublished doctoral dissertation, Georgetown University.
- Gorini, R. (2003). *Al-Haytham the Man of Experience: First Steps in the Science of Vision*. Journal of the International Society for the History of Islamic Medicine (JISHIM), 2 (4), 53-55.
- Gözütok, T. T. (2025). Paradigma kavramı açısından İbnü'l-Heysem'in nesneîşin kuramı. *FLSF (Felsefe ve Sosyal Bilimler Dergisi)*, (42), 69-84.
- Hacking, I. (2016). *Temsil ve Müdahale: Doğa Bilimleri Felsefesine Girişte Temel Konular*, (Ozan Altan Altınok, Çev.). İstanbul, Alfa Basım Yayım Dağıtım.
- Hasan, A. (1969). The scientific methodology of Ibn al-Haitham. H. M. Said (Ed.), *Ibn al-Haitham: Proceedings of the Celebration of the 1000th Anniversary* in. (pp. 154-156), Karachi, Hamdard National Foundation.
- Heidegger, M. (1967). *What Is a Thing?*, (W. B. Barton Jr. ve V. Deutsch, trans.). Chicago, Henry Regnery Company.
- Hogendijk, J. P. (2020). Abû Rayhân Bîrûnî: A Unique Medieval Islamic Scientist. *Biruni Sağlık ve Eğitim Bilimleri Dergisi (BSEBD)*, (4), 1-19.
- Ibn al-Haytham. (1969). Discourse on light. (M. F. Quraishi, Çev.). H. M. Said (Ed.), *Ibn al-Haitham: Proceedings of the Celebration of the 1000th Anniversary* in. (pp. 270-279), Karachi, Hamdard National Foundation.
- Ibn al-Haytham. (1971). The light of the stars -a short discourse. (W. Arafat ve H. J. J. Winter, trans.). *The British Journal For The History of Science*, 5 (3), 282-288.
- Ibn al-Haytham. (1989). *The optics of Ibn al-Haytham: Books I-III, on direct vision*, (A. I. Sabra, trans.). London, The Warburg Institute, University of London.
- Ibn al-Haytham. (2017). *Ibn al-Haytham's on the configuration of the World*, (Y. T. Langermann, Ed.). London, Routledge.
- İbnü'l-Heysem. (2024). *Kitâbü'l-Menâzır (Optik)*, (M. F. Toprak, Çev.). Ankara, Uzam Yayınları.
- Kattsoff, L. O. (1947). Ptolemy and scientific method: A note on the history of an idea. *Isis*, (38), 18-22.

- Lindberg, D. C. (1967). Alhazen's theory of vision and its reception in the west. *Isis* (58), 321-341.
- Lindberg, D. C. (2007). *The Beginnings of Western Science: The European Scientific Tradition in Philosophical, Religious, and Institutional Context, Prehistory to A.D. 1450* (2. Bs.). Chicago, University of Chicago Press.
- Locke, J. (2000). *İnsanın Anlama Yetisi Üzerine Bir Deneme (I.-II. Kitap)* (M. Delikara Topçu, Çev.). Ankara, Öteki Yayınları.
- Losee, J. (2012). *Bilim Felsefesine Tarihsel Bir Giriş* (E. Derviş, Çev.). Ankara, Dost Kitabevi Yayınları.
- Nasr, S. H. (1985). *İslâm Kozmoloji Öğretilerine Giriş*, (N. Şişman, Çev.). İstanbul, İnsan Yayınları.
- Nowsheravi, A. R. (t.y.). Ibn al-Haitham's contribution to science. H. M. Said (Ed.), *Ibn al-Haitham: Proceedings of the Celebration of 1000th Anniversary in.*, Pakistan, Hamdard National Foundation.
- Omar, S. B. (1977). *Ibn al-Haytham's optics: A study of the origins of experimental science*. Minneapolis, Bibliotheca Islamica.
- Platon. (2010). *Devlet*, (S. Eyüboğlu ve M. A. Cimcoz, Çev.). İstanbul, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Platon. (2015). *Timaios*, (F. Akderin, Çev.). İstanbul, Say Yayınları.
- Pope, A. U. (1951). Al-Bîrûnî as a thinker. *Al-Bîrûnî Commemoration Volume, A.H. 362–A.H. 1362 in.* (pp. 281-286), Calcutta, Iran Society.
- Rashed, R. (2016). Ibn al-Haytham's Scientific Research Programme. In *Optics in Our Time*, Mohammad D. Al-Amri, Mohamed El-Gomati, and M. Suhail Zubairy (Ed.) 25-39. Cham, Springer.
- Raynaud, D. (2016). *A Critical Edition of Ibn al-Haytham's On the Shape of the Eclipse: The First Experimental Study of the Camera Obscura*. Cham, Springer International Publishing.
- Riley, M. T. (1995). Ptolemy's use of his predecessors' data. *Transactions of the American Philological Association*, (125), 221-250.
- Russell, B. (2019). *Bilimsel Bakış*, (F. Sezer, Çev.). İstanbul, Say Yayınları.
- Sabra, A. I. (1972). Ibn al-Haytham. *Dictionary of Scientific Biography*, (6).
- Sabra, A.I. (2003). *Ibn al-Haytham: Brief life of an Arab mathematician: died circa 1040*. Harvard Magazine, September-October, 54-55.
- Sadrforati, M. M. (2022). A posteriori demonstration in al-Bîrûnî's scientific methodology. *Journal for the History of Science*, 20 (1), 121-139.
- Samian, A. L. (1995). *A comparative study of al-Bîrûnî's and Newton's philosophies of mathematics*. Unpublished doctoral dissertation, University of Malaya, Kuala Lumpur.
- Samian, A. L. (2014). The question of divinity in Newton's and al-Bîrûnî's philosophies of mathematics: A comparative perspective. *Islamic Philosophy and Occidental Phenomenology in Dialogue: The Logos of Life and Cultural Interlacing in.* (pp. 113-123), Dordrecht, Springer Netherlands.
- Sarton, G. (1927). *Introduction to the History of Science*. Baltimore, Williams & Wilkins.

- Saud, M. (1969). The place of Ibn al-Haitham in the history of science. H. M. Said (Ed.), *Ibn al-Haitham: Proceedings of the Celebration of the 1000th Anniversary* in. (pp. 59-64), Karachi, Hamdard National Foundation.
- Sayılı, A. (2011). Doğumunun 1000'inci yılında Beyrunî. *Beyrunî'ye Armağan* içinde (ss. 1-40), Ankara, Türk Tarih Kurumu Basımevi.
- Smith, A. M. (2014). *From Sight to Light: The Passage from Ancient to Modern Optics*. Chicago, University of Chicago Press.
- Starr, S. F. (2023). *The Genius of Their Age: Ibn Sina, Biruni, and the Lost Enlightenment*. Oxford, Oxford University Press.
- Steffens, B. (2007). *Ibn al-Haytham: First Scientist*. Greensboro, NC, Morgan Reynolds Publishing.
- Tağman, E. S. (2018a). Bilimsel Açıklamanın Tarihsel-Felsefi Temelleri Bağlamında Platon'un İdealar Kuramı. *Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi (SSAD)*, 2 (3), 179-190.
- Tağman, E. S. (2018b). Bilimsel Açıklamanın Felsefi Temelleri Bağlamında Aristoteles'in Dört Neden Kuramı. *Dört Öge*, 13, 85-106.
- Toomer, G. J. (Ed.). (1998). *Ptolemy's Almagest*. Princeton, NJ, Princeton University.
- Topdemir, H. G. (1997). İbnü'l-Heysem'in Işık Üzerine adlı çalışması. *Belleten*, 61 (230), 43-66.
- Topdemir, H. G. (2002). *Modern Optiğin Kurucusu: İbnü'l-Heysem, Hayatı, Eserleri ve Teorileri*. Ankara, Atatürk Kültür Merkezi Başkanlığı Yayınları.
- Topdemir, H. G. (2007). Platon'da bilgi kaynağı olarak görme. *Felsefe Dünyası*, (46), 67-83.
- Topdemir, H. G. (2017). *Fârâbî*. İstanbul, Say Yayınları.
- Topdemir, H. G. (2019). *Işığın Öyküsü: Mitolojiden Matematiğe Işık Kuramlarının Tarihsel Gelişimi*. Ankara, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları.
- van Fraassen, B. C. (2008). *Scientific Representation: Paradoxes of Perspective*. Oxford, Clarendon Press.