T.C.

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

FELSEFE ANABİLİM DALI

FELSEFE BİLİM DALI

THOMAS KUHN, PARADİGMA VE MATEMATİK: BİR "DEVRİMSEL" ŞEMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENİS ELMAS

KOCAELİ 2019

T.C.

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

FELSEFE ANABİLİM DALI

FELSEFE BİLİM DALI

THOMAS KUHN, PARADİGMA VE MATEMATİK: BİR "DEVRİMSEL" ŞEMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENİS ELMAS

PROF. DR. AYSEL DOĞAN

KOCAELİ 2019

T.C.

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

FELSEFE ANABİLİM DALI

FELSEFE BİLİM DALI

THOMAS KUHN, PARADİGMA VE MATEMATİK:

BİR "DEVRİMSEL" ŞEMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tezi Hazırlayan: Enis Elmas

Tezin Kabul Edildiği Enstitü Yönetim Kurulu Karar ve No: 10.07.2019-13

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Aysel DOĞAN .....

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Meriç BİLGİÇ .....

Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Tanzer YAKAR .....

KOCAELİ 2019

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER……I

ÖNSÖZ……III

ÖZET……....V

ABSTRACT……VI

GİRİŞ……1

BİRİNCİ BÖLÜM

1.BİLİM TARİHİ ÜZERİNE DÜŞÜLEN NOTLAR……4

1.1.Olağan Bilimden Paradigmaya……10
1.2.Sınır Çeken Bir Ölçüt Olarak Paradigmalar……12
1.3.Anomaliler ve Bunalım……25
1.4.Bilimsel Devrimler……...30
1.5.Eş – Ölçülmezlik(Kıyaslanamazlık) Sorunu……35

İKİNCİ BÖLÜM

2.MATEMATİK VE PARADİGMALAR……..44
2.1.Matematik Tarihini Devrim Düşüncesi ile Okumak……44
2.2.Geometri Tarihinin Euclides'e Yolculuğu……51
2.3.Elementlerin Kavramsal Analizi……...55
2.4.Euclides Geometrisi Üzerinde Alternatif Çalışmalar……...60
2.5.Euclides-dışı Geometriler İçin İlk Adımlar……..62
2.6.Euclides-dışı Geometriler……64
2.7.Paradigma Görüşü Bağlamında Euclides-dışı Geometrileri Değerlendirmek…..68
2.8.Astronominin Gelişim Aşamaları……76
2.9.Antik Yunan'da Astronomiye Bakış……77

2.10.Batlamyus'un Kozmolojisi……..……..….82
2.11.Paradigma Görüşü Bağlamında Batlamyus'un Kuramı…….88
2.12.Copernicus ve Devrim……92

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3.BÖLÜM MATEMATİKSEL BİLGİNİN TEMELLERİ ÜZERİNE……..98

3.1.Matematik Tarihindeki Devrimci Etkileşimler ve Sonuçları……98
3.2.Temelcilik Üzerine……..…...100
3.3.Modern Mantıkçılık ve Eleştirisi……101
3.4.Formalist Yaklaşım ve Eleştirisi…….105
3.5.Sezgici Yaklaşım ve Eleştirisi……107
3.6.Lakatos'un Yarı-Deneyci Yöntemi ve Euclides Geometrisi……..109
3.7.Yarı-deneysel Yöntemin Eleştirisi ve Alternatif Yaklaşımlar……115
3.8.Geometrinin Doğası Üzerine Alternatif Bir İnceleme……120

SONUÇ…….127

KAYNAKÇA……130

ÖNSÖZ

> "Profesyonel bir matematikçinin, matematik hakkında yazı yazmakta olduğunu algılaması hüzün verici bir olaydır. Matematikçinin işlevi birşeyler ortaya koymak, yeni teoremler ispatlamak, matematik bilimine katkıda bulunmaktır; kendisinin ya da diğer matematikçilerin neler yapmış olduğunu anlatmak değil."
>
> G. H. Hardy, *Bir Matematikçinin Savunması*, Tübitak Yayınları, Ankara, 2005, s. 44

Yukarıda G. H. Hardy'den alıntıladığımız pasaj, aslında matematik bölümünde geçirdiğimiz beş yıllık bir deneyimin özeti gibidir. Bu deneyim oldukça fazla gözlemlenmiş ve öyle büyük bir hayretle karşılanılmıştır ki, matametikçilerin saf bir bilim nosyonu altında hiçbir sorguya girişmedikleri, matematik denileni salt sayılara, geometrik şekillere ve çözümlemelere indirgedikleri anlaşılmıştır. Tabi olarak hem sayılar ve şekiler hem de bunların naif çözümlemeleri bir yerde sorgulanmayan, olduğu gibi kabul edilen varsayımlara dayanır. Kesinlik ve doğruluğun yılmaz kalesi olarak matematiği gören zihniyet, kesinlik ve doğruluğa yaklaştıkça onlardan uzaklaşır ve katı bir uzmanlaşma adına matematiksel tüm soruşturmaları heba eder. Burada felsefi olanla bilim başlığı altında konumlanan matematik birbirinden uzaklaşır, hatta birbirini dışlar. Artık felsefe, matematiksel sorguların alanına girmeyen "başka" bir şeye dönüşür. Böylece matematik, felsefe olmaksızın "güven" içinde icra edilebilir. Dolayısıyla matematiğin "güven" içinde icra edilebilmesi için onun sadık bekçilerine, yani matematikçilere ihtiyaç vardır. "Derin", "el değmemiş" ve "mutlak" matematiksel bilgiye sahip bu uzmanlar, aslında matamatiğe sadakatleri uyarınca değiş(e)mez sınırlar koyar, tartışıl(a)maz varsayımlar üretirler. Böylece matematik, matematikçinin zihni bir tasarımı olmaktan çıkar, doğada saf bir şekilde bulanan ve keşfedilmeyi bekleyen olguları açığa çıkaran bir disipline dönüşür. Bu nedenle matematik, ancak felsefenin olmadığı, fesefi sorgulamaya girişilmediği bir uzamda bilim payesi kazanabilir.

Bu çalışma okur tarafından felsefi, matematiksel ve tarihi okumalar açısından iki yılda tamamlanmış görülebilir. Bu çıkarım tezin yazarının yakın geçmişi düşünüldüğünde gerçeklikten uzaklaşmak anlamına gelecektir. Zira, iki yıllık yoğun bir çalışma ile ortaya çıkan bu tezin ilk tohumları yıllar önce bir matematik bölümü öğrencisi iken sorulan ama cevabı bir türlü bulunamayan bir dizi soruşturmayla başlamıştır. Tezin yazarı geçmişte tüm bu soruşturmaları yapmaya çalışırken, aynı

zamanda sosyal bir fenomen olarak rasyonel olduğu iddia edilen kişiler ve kurumları da anlamaya çalışmıştır. Bu anlama çabası yazara maalesef birkaç yıl kaybettirmiştir. Bunun en büyük sebebi; daha lisans öğrencisi iken küçük bir kısmı hariç, bilimselliğin esamesinin okunmadığı, akademik feraset ve adalet gibi erdemlerden uzak bir topluluğun çevresini kuşatmış olmasıydı. Gecikmiş olmasına rağmen son iki yıllık tez sürecinde ortaya bir çalışma çıkabildi. Bu tez başlı başına bir deneyim ve bu deneyimden neşet eden bir birikimin sonucudur. Bu tez ele aldığı konuda kuşkusuz eksiklikler içermekte ve belki de birtakım tartışma yaratacak ifadeler taşımaktadır. Tüm bunlara rağmen tezin biricik amacı; günün birinde kendi sorduğu sorulara cevap bulabilmek için araştırma yapan birkaç kişiye yeni araştırma alanları açabilmek ve mümkünse onlara bir nebze olsun yardım edebilmektir. Yazar, ancak bu gerçekleştiğinde kendini başarılı sayacaktır.

Tezin yazım aşamasında destek ve yardımlarını esirgemeyen ve bana yerinde telkinleri ile bir çalışma disiplini kazandıran değerli danışmanın Prof. Dr. Aysel Doğan hocama,

Bir huzur kaynağı olarak bana felsefeyi sevdiren, hem insani hem de entelektüel gelişimimde büyük katkısı olan saygıdeğer hocam Prof. Dr. H. Sinan Özbek hocama,

Gerek tezimin yazım aşamasında gerekse hayatımın her anında bana hep yol gösteren kıymetli büyüğüm, hocam ve ağabeyim Arş. Gör. Emre Elmas'a

Ve tüm hayatım boyunca hem maddi hem manevi anlamda bana desteklerini esirgemeyen ve bu tezin yazım aşamasında bana katlanma tahammülü gösteren sevgili anne ve babama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bayrampaşa,2019

THOMAS KUHN, PARADİGMA VE MATEMATİK:

BİR "DEVRİMSEL" ŞEMA

ÖZET

Geçtiğimiz yüzyılın ikinci yarısında bilim insanları ve düşünürler neredeyse tüm bilimlerde çok hızlı cereyan gelişmelere tanıklık etmiştir. Bilimlerin gelişiminde yaşanan bu keskin ve ani dönüşümler bir bütün olarak onun hem tarihine hem de yöntemine yönelik çalışmaları hızlandırmıştır. Bu kavrayışın en özgün isimlerinden biri olan Thomas Kuhn bilimlerin devrimci bir ilerleyişe sahip olduğuna yönelik etkili bir izlence ortaya koymuştur. Elinizdeki çalışma başta paradigma olmak üzere, Kuhn'un diğer tüm kavramları ile matematik tarihinde önemli yer tutan kuramlar üzerinden bir soruşturma yapmayı amaçlamaktadır. Üç bölümden oluşan bu tezin ilk kısmında Kuhn'un bilimsel gelişme üzerine söyledikleri geniş bir şekilde ele alınmış ve eksikliği görülen yerlerde eleştiriler yapılmıştır. Tezin ilk kısmı böylelikle Kuhn özelinde bilim felsefesi değerlendirmesi olmuş ve ikinci bölümdeki tartışmaya kavramsal bir bütünlük kazandırmıştır. İkinci bölümde matematik tarihinden seçtiğimiz iki kuramı, Kuhn'un kavramları ile tarihsel bir okumaya tabi tutmuş ve nihayetinde kuramlar özelinde bir değerlendirme yapılmaya çalışılmıştır. Burada özellikle Euclides ve onun alternatifleri olarak gelişen Euclides-dışı geometriler ile Batlamyus ve onun alternatifi olarak gelişen Copernicus kuramları arasındaki yakın ilişkilere odaklanılmıştır. Üçüncü ve son bölümde ise matematiğin son iki yüz yılında yaşanan gelişmeler ve onun doğası, sağlamlığı ve bilimselliği üzerine alan içinde yaşanılan tartışmalar incelenmiştir. Burada geometri bağlamında bir gelişim modeli de verilmeye özen gösterilmiştir. Böylelikle tezin bu bölümü hem bilim felsefesine hem de matematik felsefesine bir katkı yapmayı amaçlamıştır.

Anahtar Sözcükler: Thomas S. Kuhn, Paradigmalar, Bilimsel Devrimler, Euclides Geometrisi, Euclides-dışı Geometriler, Matematik Felsefesi.

THOMAS KUHN, PARADİGM AND MATHEMATİCS:

A "REVOLİTUONARY" SCHEME

ABSTRACT

The second half of the last century, scientists and thinkers have witnessed very rapid developments in almost all sciences. These sharp and sudden transformations in the development of sciences accelerated the studies on both its history and method as a whole. Thomas Kuhn, who is one of the most original names of this development, has put forward an effective discourse on the sciences having a revolutionary advance. The present study aims at conducting an investigation, primarily of the paradigm concept, with all other concepts of Kuhn and the theories that have an important place in the history of mathematics. In the first part of this thesis, which is composed of three parts, Kuhn's comments on scientific development have been discussed in a broad manner and criticisms have been made in the places where there are deficiencies. Thus, the first part of the thesis evaluates Kuhn's philosophy of science, which gives the conceptual integrity of the discussion in the second chapter. In the second chapter, the two theories we have chosen from the history of mathematics have been subjected to a historical reading with the concepts of Kuhn and eventually an evaluation has been made in terms of theories. The focus here is on the close relationship between Euclides and its alternate non-Euclidean geometries and the Copernicus theories developed as Ptolemy and its alternative. In the third and last chapter, the developments in the last two hundred years of mathematics and the discussions on the nature, soundness and scientificness of the field are examined. A development model has been given here in the context of geometry. Thus, this part of the thesis aims to make a contribution to both philosophy of science and philosophy of mathematics.

Keywords: Thomas S. Kuhn, Paradigms, Scientific Revolutions, The Euclides Geometry, The Non-Euclides Geometries, The Philosophy of Mathematics.

GİRİŞ

Bilim tarihi çalışmalarını detaylı şekilde incelediğimiz zaman karşımıza çıkan problemlerden biri bilimlerin nasıl bir ilerlemeye sahip olduğu düşüncesidir. Tarihsel süreç göz önüne alındığında filozofların bu konuda iki temel noktada tezlerini ortaya koyduğunu görmekteyiz. Zaman içerisinde bilim felsefesi geleneğinde iki farklı ekolu temsil edecek bu ayrı yaklaşımlar, günümüzde dahi etkisini koruyan türdendirler. Bahsettiğimiz ilk ekol bilimlerin "kümülatif"(birikimsel) bir şekilde ilerlediğini iddia eden ve kökleri Auguste Comte'ye kadar uzanan "pozitivist" görüşte kendine yer bulurken, ikinci ekol ise bilimlerin "devrimci" yönelime sahip olduğunu iddia eden, özellikle 20. Yüzyılın ikinci yarısında "görelilik" felsefesi ile vücut bulmuş yaklaşımdır. Adı geçen bu devrimci yaklaşımı kavramsallaştıran ve felsefe tarihi literatürüne kazandıran Amerikalı bilim tarihçisi Thomas Kuhn'dur. 1962 yılında ilk basımını yapmış olduğu "*Bilimsel Devrimlerin Yapısı*" isimli kitabında Kuhn, formel eğitimine de uygun olarak başta fizik bilimi olmak üzere astronomi, kimya ve elektrik gibi bilimlerin tarihsel durumlarından yola çıkarak görüşlerini ortaya koymuştur.

Bilimsel Devrimlerin Yapısı'nın yayınlandığı ilk günlerden itibaren Kuhn, hem ciddi eleştirilere maruz kalmış hem de birçok bilim insanını da tezleri ile etkilemiştir. Kuhn öncesi felsefi gelenek içinde bilimlerin yapısına yönelik algı, bilimlerin doğrusal bir şekilde ve birbirlerinin eksikliklerini tamamlayıcı yönde hareket etmesi şeklinde karakterize edilebilir. Her ne kadar kendi tezlerinde hocası Alexander Koyre'den etkilenmiş olsa Kuhn'un orijinal yönelimini bilim felsefesi geleneği içerisinde de "devrimci" olarak nitelendirebiliriz. Genel olarak devrimci bilim yaklaşımını şekillendirirken Kuhn, bilimlerin birikimsel yapıda olup olmadığı konusundan hareketle incelemelerine başlar. Dünya'daki "gerçekliğe" yönelik algılarımızın dönemden döneme değişkenlik gösterdiğini iddia eden Kuhn, "her dönemi kendi şartlarıyla değerlendirmeliyiz" mukabilinden sloganlaştırılabilecek bir söylem ile ilk yaklaşımlarını ortaya koymuştur. Böylesi bir yaklaşımın sonucu olarak

bilim insanlarının bakış açılarının dönemsel farklar taşıdığı ve bu dönemsel farkların sonucunda ürettikleri kavramların da farklılıklar sergileyeceğini iddia edebiliriz.

Dönemsel farklara vurgu ile beraber Kuhn'un kendi felsefesini anlamamızda bize yardımcı olan temel kavramlarını da yavaş yavaş ortaya koymaya başladığını görmekteyiz. Ona göre çeşitli görüşlerin ortada dolaştığı böylesi bir düzende, görüşler arasındaki galibi belirleyecek bir yarış kaçınılmaz olmaktadır. Buradan hareketle eğer bir yarıştan bahsedilecekse vurgulanması gereken ilk noktanın, yarışma durumuna gelmiş ve birbirine rakip olabilecek görüşlerin var olması gerekliliğidir. Kuhn, belli bir dönem boyunca aynı görüşe sahip bilim insanlarının yürüttüğü araştırma faaliyetlerinin sonucunda ortaya çıkan çalışmalara "olağan bilim" adını vermektedir. Tarihsel süreç göz önüne alındığında ise, olağan bilim çalışmalarının birer "bulmaca" çözümüne evrileceğini iddia ederek, bilimlerdeki nihai ilerlemenin bu çalışmalar neticesinde değil, böylesi bir bakışın değişmesi ile gerçekleşeceğini savunmuştur. Bakışın değişmesi ise bilim insanlarının yeni kavramlar üretip, olguları farklı bir zeminde açıklamaya çalıştığı bir etkinlik alanı oluşturur. Bu yeni etkinlik alanı, Kuhn tarafından bilimleri ilerleten lokomotif olarak tarif edebileceğimiz "paradigma" kavramına bize götürür. Böylelikle klasik söylemin aksine bilimlerin birbirleri üzerinden artarak ilerlediği nosyonunun yerine, o, devrimci bir eğilimi ifade eder.[1] Buraya kadar ifade etmeye çalıştığımız kısım çalışmanın ele alınan ilk bölümünün kısa bir özetini ihtiva etmektedir.

İkinci bölümünde bu çalışmanın ana eksenini oluşturan konuya, yani Kuhn'un kavramları ile matematik tarihindeki kuramları değerlendirmek için bir giriş yapılacaktır. Matematik tarihine incelediğimizde, ilk dikkat çeken unsurun, matematiğin neredeyse insanlık tarihi ile eş-değer bir süreç taşıdığı izlenimidir. Bu bağlamda alacağımız kuramlar matematiğin birer alt disiplini olarak uzun yıllar görülmüş ve tarih boyunca insanoğlunun dikkatini hep cezbetmiş olan geometri ve astronomiden olacaktır. Felsefe tarihinde de matematik üzerine yapılan çalışmalar ilk çağ filozoflarından itibaren detaylı bir şekilde görülmeye başlanmıştır. O dönemde Thales ve Pythagoras gibi ilk çağ filozoflarının, matematik üzerine yoğun çalışmalar yapması ve bu çalışmaların matematik tarihindeki önemleri düşünüldüğünde; felsefe

[1] Burada anlatılanların daha geniş bir dökümü çalışmanın birinci bölümünde daha ayrıntılı şekilde ifade edilmeye çalışılacaktır.

ve matematik arasındaki yoğun ilişkinin uzun bir geçmişe dayandığı sonucuna varabiliriz. Antik Yunan'da, Mısır'da ve Hindistan'da yapılan çalışmalarla matematik üzerine düşünce sürekli artmış ve Kıta Avrupası'ndaki çalışmalarla, matematik bilimsel bir kimliğe bürünmüştür.

Yine bu bölümle beraber Kuhn'un merkezde fizik bilimi üzerinde geliştirdiği tezleri, matematiğin kendisine uyarlamaya çalışacağız. Bu sayede öncelikle matematiğin nasıl bir bilimsellik sergilediğini detaylı bir şekilde ifade edeceğimizi ummaktayız. Matematik de Kuhn'un işaret ettiği gibi devrimci bir bilimsellik mi takip etmekte, yoksa birikimsel bir yapıda mı kendi sistemini inşa etmektedir? Böylesi bir soruya cevap vermek için ilk olarak tıpkı Kuhn'un incelediği bilimler gibi tarihsel süreç içinde ele aldığımız kuramların gelişim aşamalarını anlatmakla işe başlayacağız. Bu gelişim aşamalarının ifadesiyle beraber, olağan bilim, paradigma, bulmaca, eş-ölçülmezlik gibi Kuhncu pratiğin kavramları ile ele aldığımız kuramların yapısını ortaya koymaya çalışacağız. Eğer araştırmanın sonucu, bize kuramların, Kuhncu kavramlarla açıklanamayacağına yönelik emareler sunarsa; o zaman matematiğin doğrudan kümülatif bir bilim olduğunu iddia etmenin aksine; alternatif yaklaşımlar geliştiren kişiler üzerinden değerlendirmelere devam edilecek ve çalışmamızı farklı bir zeminde ifade etmeye gayret göstereceğiz. Paradigma gibi kavramların zorluk çıkardığı veya iş görmediği yerlerde kökeni Bachelard ve Foucault'a gibi filozoflarda görülen "Epistemolojik Kopuş" ya da Lakatos'un "Yarı-deneysel bilim" kavramlarına eğileceğiz.

Üçüncü ve son bölümde ise gelinen nokta itibariyle matematiğin son dönemine odaklanmaya çalışacağız. Özellikle Euclides-dışı geometrilerin ve Cantor'un çalışmalarının ortaya çıkışı ile sarsılan matematiğin temelleri bilimsel ve tarihsel olarak değerlendirilmeye alınacaktır. Matematiğin gelişim çizgisini yansıtması bakımından onun bir alt disiplini üzerinden alternatif bir bilim görüşü tartışılmaya çalışılacak ve onun üzerinden yeni gelişim çizgileri takip edilmeye çalışılacaktır. Burada hem felsefe tarihi hem de bilim tarihi adına önemli isimlerin görüşlerinden doğrudan bahsedilerek, kendi tezimizi kuvvetlendirmeye çalışacağız. En nihayetinde tez ele aldığı ölçütler açısından özgün olmak hedefine bu sayede ulaşmaya gayret edecektir.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. BİLİM TARİHİ ÜZERİNE DÜŞÜLEN NOTLAR

Felsefe tarihinde bir bilimsel yöntemi açıklamak için birçok filozof çeşitli yaklaşımlar geliştirmiş ve konu hakkında birbirlerinden farklı sonuçlara varmışlardır. Böylesi büyük düşünürlerin, özünde basit gibi görünen temel bir konuda bazen birbirlerinden taban tabana zıt görüşler geliştirmiş olması bile konunun kapsamlı bir düşünme pratiği ile ele alınması sonucunu doğurmaktadır. Bilimsel yöntem üzerine geliştirilen farklı görüşlere şöyle bir eğildiğimizde; bilimsel yöntemi daha incelikli ve ayrıntılı şekillerde inceleyip, onu çok karmaşık görse de esasında özünü şaşırtıcı biçimde basit[2] olarak gören düşünürlerden tutun da; bilimde katı, sert ve mutlak olarak bağlayıcı ilkeler bulunduran bir yöntemin gerektiği düşüncesini, tarihsel bulgularla yüzleştirildiğinde önemli güçlüklerle karşılaştığını iddia eden[3] düşünürlere kadar birbirlerinden anlam, kapsam ve perspektif açısından ciddi farklılıklar gösteren birçok "yöntem" tanımlamaları bulunabilir. Birbirinden çeşitli noktalarda ayrılan görüşlerin temelinde filozofların, tarih ile kurduğu bağ önemli bir unsur haline gelir. Buradan hareketle "Tarih, filozofun çok yakından tanışabileceği, olası birçok yöntem arasında, en pratik ve yatkın olanı sağlar"[4] mukabilinden bir sonuca ulaşabiliriz. Tek bilim olarak tarihi tanıyan Marx ve Engels'in çalışmalarında da bu yaklaşıma benzer bir tarih görüşünün var olduğunu bilmekteyiz.

Tarihin sunduğu benzer olanaklara rağmen filozofların yöntem üzerine farklı tanımlar geliştirmesi, onların tarihsel bulguları, değişik biçimlerde yorumlaması düşüncesini akla getirir. Dolayısıyla "... bilgimizi oluşturan 'olgular'a zaten belirli bir şekilde bakıldığını ve bu yüzden de bunların esasında fikir ürünü olduklarını

[2] Bertrand Russell, *Bilimsel Bakış*, çev. Funda Sezer, Say Yayınları, İstanbul, 2015, s. 35.
[3] Paul Feyerabend, *Yönteme Karşı*, çev. Ertuğrul Başer, Ayrıntı Yayınları, İstanbul, 2014, s. 41.
[4] Thomas Kuhn, "*Tarih ve Bilim Tarihi Arasındaki Bağıntılar*", Şu kitapta: Thomas S. Kuhn, *Asal Gerilim*, çev. Yakup Şahan, Kabalcı Yayınevi, İstanbul, 1994, s. 37.

keşfedebiliriz."[5] Buradan hareketle bilimin ve onun gerçekliğine yönelik söylemin, kendimizde "tasarımladığımız" bir gerçeklik algısına dayandığı iddia edilebilir.[6] Hal böyleyken yöntem üzerine girişilen bir tartışmanın tarihsel bulgulardan, filozofların ulaştıkları bulguları yorumlama biçiminden ve zihnimizde kurduğumuz gerçeklik algısından yoksun olması düşünülemez hale gelmektedir. Kuhn'un da temel tezlerini ortaya koyarken böylesi bir arka planı göz önünde bulundurarak ve işin içine sosyolojiyi de katarak temellendirmelerini yaptığını görmekteyiz.

Tarihçilik görüşü bağlamında Kuhn'u en çok etkileyen ve bilim tarihi üzerine tezleri ile dikkat çeken, hocası Alexander Koyre'dir. Koyre'ye göre "bilimlerin tarihine ilişkin somut sorunları tartışmaya bir sürü zaman ayırıp bir sürü çaba harcadıktan sonra, kendimize dönüyor ve tarihçiler olarak kendimizi 'söz konusu' ediyoruz."[7] Kendimize dönük olana yönelik vurguyla beraber Koyre, öznel bir tarih inşasını işaret eder. Bu yorum özellikle konu bilim olduğu zaman daha net bir şekilde karşımıza çıkar. Alan F. Chalmers'ın da Kuhn'un tarih görüşü hakkında söyledikleri, onun öznel tarih yaklaşımını vurgulaması hasebiyle değerli hale gelmektedir. Chalmers, Kuhn'un gerek tümevarımcı gerekse yanlışlamacı olsun, bilimin geleneksel açıklamalarının tarihi deliller ile örtüştüremediğini ve bu yüzden de onun, kendi bilim teorisini ortaya koyarken, kavradığı tarih yaklaşımına uygun olarak bir bilim teorisi verme teşebbüsünde bulunduğunu iddia eder.[8]

Chalmers'ın tespitinden hareketle iki önemli sonucu ulaşabiliriz. Bunlardan ilki Kuhn'un, tarihin verileri ile bilimin net bir açıklamasına ulaşma zorluğu üzerine tespitidir. Tarihin böylesi bir zorluk çıkarması onun öznel bir bilim olmasıyla ilişkilendirilebilir. Gerçekten de söz konusu bilim olunca, onun ne zaman başladığına dair kesin bir tarihin olmaması ve tüm tarihçilerin kendi başlangıç noktalarını seçmeleri metinler incelendiğinde rahatlıkla görülebilir. Fakat bunların hiçbiri de ideal gözükmemektedir.[9] Belki de burada "ideal" olan yoktur demek gerekir, çünkü

[5] Paul Feyerabend, *Yönteme Karşı*, s. 37.
[6] Barry Barnes, *T.S. Kuhn ve Sosyal Bilimler*, çev. Hüsamettin Arslan, Paradigma Yayıncılık, İstanbul, 2008, s. 8.
[7] Alexandre Koyre, *Yeniçağ Biliminin Doğuşu*, çev. Kurtuluş Dinçer, Gündoğan Yayınları, Ankara, 1994, s. 183.
[8] Alan F. Chalmers, *Bilim dedikleri*, çev. Hüsamettin Arslan, Paradigma Yayıncılık, İstanbul, 2016, s. 137-138.
[9] Patricia Fara, *Bilim: Dört Bin Yıllık Bir Tarih*, çev. Aysun Babacan, Metis Yayınları, İstanbul, 2015, s. 22.

ideal olan hep onu arzulayan, kurgulayan ve sonunda ona ulaşmayı amaçlayanın dışında değildir. Bu anlamda tarihin mutlak bir bilim olma vasfı da böylelikle tartışmalı bir zemine indirgenir. Burada tarihin, bilimden ziyade öznenin merkezde olduğu bir kanaatler bütünü olduğunu söyleyebiliriz. Tarihin Kuhncu perspektif uyarınca öznelliği meselesi, onun üzerinden bulguları yorumlayanların kişisel algılarıyla, kendi kavramlarını üretmesi sonucuna bizi ulaştırır ki; bu da Kuhn'un felsefesinin -tarihsel olanın da etkisiyle- sosyolojik bölümünü ihtiva eder. Chalmers'dan elde edeceğimiz bir diğer önemli tespit ise Kuhn'un tarihi kavrayış biçimi üzerinedir. Tarihin öznel kimliğini tıpkı Koyre gibi ele alması ile birlikte Kuhn'un da tarihi, kendi öznel bakışı üzerine inşa etmeye başladığını görürüz. Bu noktada kendi söyledikleri iddialarımızı güçlendirecek niteliktedir.

> *Sanırım artık tek kişi bile yoktur ki, tarihin sadece günlük olayların yazımı, olguların oluş sıralarına göre düzenlenmiş koleksiyonu olduğuna inansın. Çoğunlukla kabul edileceği gibi, o bir açıklama girişimidir, kavrayışa yol açan bir girişimdir ve dolayısıyla, yalnız olguları değil, bunlar arasındaki bağlantıları da ortaya koymak gerekir."*[10]

Tarihsel verilerin yoruma dayalı sonuçlar doğurabileceğine yönelik bu vurguyla beraber, geçmiş dönemdeki bilimsel çalışmalar ile günümüz bilimini anlamak pek mümkün olmayacaktır. Aynısı tersi durum için de geçerlilik gösterir. Çünkü tarihsel veriler "nesnel" sonuçlar vermediğinden üretilen kavramlar, yorumlayıcıların kültürel ve sosyolojik arka planları ile şekillenmeye başlayacaktır. Hatta iddiamızı biraz daha ileri görürsek, bilinç dışımızın dahi geçmişe bakışımızı etkileyebileceğini söyleyebiliriz.[11] Bu durumda bilimlerin tarihsel serüvenini değerlendirirken, bu konuya eğilenler olarak nasıl bir yol takip etmeliyiz? Kuhn, bu konuda net bir görüşle karşımıza çıkar.

> *Bilimsel gelişmeyle ilgilenen tarihçiye, görünürde iki esas görev düşmektedir: bir taraftan, her çağdaş olgunun, yasanın yahut kuramın kim tarafından ve hangi zaman parçasında keşif veya icat edildiğini belirlemesi gerekmektedir. Diğer taraftan da, modern bilim metnini oluşturan ögelerin daha hızlı birikmesini önlemiş olan yanlışlar, efsaneler ve boş inançlar toplamını betimlemesi ve açıklaması zorunludur.*[12]

[10] Thomas S. Kuhn, *a.g.m*, s. 38.
[11] Bülent Somay, *Tarihin Bilinçdışı*, Metis Yayınları, Ankara, 2015, s. 9.
[12] Thomas Kuhn, *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*, çev. Nilüfer Kuyaş, Kırmızı Yayınları, İstanbul, 2015, s. 69.

Kuhn, burada bilimsel metni oluştururken tarihin kullanımı üzerine bir başlangıç "ilke"si veriyor gibidir. Böylelikle o, geçmiş bilim tarihi yazımı düşünüldüğünde, daha farklı ve daha geniş bir açıda çalışma metodolojisi ortaya koymaktadır. Bakış açısı üzerine geliştirdiği bu yaklaşımın sonucunda Kuhn'un, niçin önceki bilim felsefesi geleneğinden ayrı ve kendine özgü kavramlarla tezlerini ortaya koyduğunu daha iyi anlayabiliriz. Görülecektir ki, bir duruma ya da olguya ilk aşamada nasıl yaklaştığımız, o durum ya da olgunun "ne" olduğu noktasında ulaşacağımız sonucu, yaşadığımız çağdaş dönemin de algısıyla doğrudan etkileyecektir. İlk insanların doğadaki yaşayışlarına bakıp, bir "savaş" hali gören Hobbes ve onun aksine, doğal durumu bir "barış" ortamı olarak tasavvur eden Rousseau, felsefe tarihinde, aynı olguya yaklaşıp, farklı sonuçlara varmanın tipik birer örneğini oluştururlar.[13]

Kuhn'un tarih görüşü ve dönemsel farklılıklar üzerine yaklaşımları, kendisiyle çağdaş olan filozofların da bu konuya eğilimlerini arttırmıştır. Ortaya koyduğu yaklaşım ile Feyerabend, Hanson, Hesse gibi isimleri etkileyen Kuhn, onların geleneksel filozofların ideal bilim imgelerinin uygunsuzluğu üzerine yazılar kaleme almalarını ve ayrı bir seçenek araştırması suretiyle tarihe yönelişlerini etkilemiştir.[14] Bunların arasında Kuhn'un tarihselci göreliliğini bir adım daha öteye taşıyan Feyerabend önemli bir yerde durur. Ona göre "her durum dönemin pratik güven havasından ve teorik modalardan bağımsız olarak kendi başına incelenmeli ve kendi marifetlerine göre değerlendirilmelidir."[15] Buradan da anlaşılacağı üzere Feyerabend, Kuhn'un tarih yaklaşımını sadece bilimler üzerine değil, geçmişe yönelik yapacağımız her değerlendirmeye, yani gelenek ve kültür başta olmak üzere, her insani etkinliğe uygulama niyetindedir. Dolayısıyla Feyerabend kendi tezlerini ortaya koyarken Kuhn'u ciddi manada bir esin kaynağı olarak görmüş ve görelilik zemininde tezlerini ortaya koyarken Kuhncu pratiğin "ilke"lerinden yola çıkmıştır.

[13] Adı geçen yaklaşımları daha detaylı incelemek için Bknz. Thomas Hobbes, *Leviathan*, çev. Semih Lim, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 1993 ve Jean-Jacques Rousseau, *İnsanlar Arasındaki Eşitsizliğin* Kaynağı, çev. Rasih Nuri İleri, Say Yayınları, İstanbul, 2016

[14] Thomas S. Kuhn, "*Bilim Tarihi*", Şu kitapta: Thomas S. Kuhn, *Asal Gerilim*, çev. Yakup Şahan, Kabalcı Yayınevi, İstanbul, 1994, s. 157.

[15] Paul Feyerabend, *Akla Veda*, çev. Ertuğrul Başer, Ayrıntı Yayınları, İstanbul, 2012, s. 44.

Tarihe bakış noktasında Kuhn ile mukayese edebileceğimiz bir diğer isim Imre Lakatos'tur. Bu iki isim arasında dikkat çeken ilk husus: Hem Lakatos'un hem de Kuhn'un yaklaşımlarının müşterek bazı özelliklere sahip olduğudur. Her iki filozof da yaklaşımlarında, özellikle kendi felsefi yorumlarının bilim tarihine dayalı eleştirisini koymak isterler.[16] Dolayısıyla Lakatos ve Kuhn'un tezlerinde paralellikler göründüğü gibi, birbirlerinden ayrı yaklaşımlar da karşımıza çıkmaktadır. Burada her iki filozofun ayrım yaşadıkları yerlerden biri tarihe yönelik bakış açılarıdır. Lakatos açısından "Bilim tarihi sıklıkla kendi rasyonel yeniden-inşalarının bir karikatürüdür; rasyonel yeniden-inşalar sıklıkla gerçek tarihin karikatürleridir ve bazı bilim tarihleri hem gerçek tarihin hem de onun rasyonel yeniden-inşalarının karikatürleridir"[17] şeklindedir. Burada bilhassa vurgulanan rasyonelliği açmak gerekir.

Bilimsel olan ile bilimsel olmayan arasına tarihsel zeminde bir sınır çekmeyi arzulayan Lakatos, böylelikle bilim tarihinde, öznel bir bilim tarihi yazımının mümkün olamayacağını iddia eder. Onun rasyonel yeniden inşası bilim tarihi geleneği içerisinde olmazsa olmaz bir konuma göndermede bulunur. Kültürel değerler göz önünde bulundurularak inşa edilecek bir bilim tarihinin bilim-din ya da bilim-siyaset gibi alanlardaki tartışmalarda bilimin "sorun çözme" tarzını yok edeceğini düşünen Lakatos, böylece toplumsal, siyasi veya dini konulardaki tartışmaları, "sorun çözücü bir etkinlik" olarak gördüğü bilimsel araştırmalardan kesin bir şekilde ayırır. Kuhn açısından ise durum, böylesi bir rasyonellik kurma çabasının pek de mümkün olamayacağı yönündedir. Bunun temel olarak iki gerekçesi olduğu iddia edilebilir. İlki "bilim tarihini doğrusal ya da birikime dayalı göstermek yönünde ısrarlı bir eğilimden"[18] kaynaklanır ki; bu, onun tezleri açısından hatalı ya da müphem bir zemine işaret eder. Dolayısıyla bu sorunlu yaklaşımı defalarca vurgulayan Kuhn, yeni bir tarih yazımının da bu yüzden gerekli olduğunu savunur. İkincisi ise yaratılan ya da idealize edilen bilim imgesinin ders kitaplarıyla zihnimize kazıtılmasıdır. Sonuç olarak "hem öğrenciler hem meslek erbabı bu tür göndermeler sayesinde uzun bir tarihsel geleneğe ait oldukları duygusuna kapılırlar.

[16] Alain F. Chalmers, *Bilim Dedikleri*, s. 138.
[17] Imre Lakatos, *Bilimsel Araştırma Programlarının Metodolojisi*, çev. Duygu Uygun, Alfa Yayınları, İstanbul, 2014, s. 223.
[18] Thomas S. Kuhn, *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*, s. 235.

Halbuki onlara bu süreklilik hissini veren ve ders kitaplarıyla türetilmiş olan gelenek, gerçekte hiçbir zaman var olmamıştır."[19]

Matematik tarihi göz önüne alındığında en azından ilkesel olarak öğrencilere alan içinde bir süreklilik hissiyatı veren ders içerikleri olduğunu görürüz. Euclides'in kaleme aldığı ve 13 kitaptan oluşan temel eseri Element'ler bu konuda özgün bir örnektir. Bugün dahi okullarda gösterilen geometrinin ciddi bir kısmı, Element'lerin sekiz ya da dokuz kitabından alınan bir içeriğe sahiptir. Dolayısıyla temel geometri geleneğinde Euclidesçi yorumun etkisi yoğun bir şekilde hissedilir.[20] Buna rağmen başka disiplinlerde en azından temel kavramlar bazında geleneğin kendi içinde anlaşamadığı ifadelere de rastlamaktayız ki; bu da Kuhn'un söylediklerini dikkate değer kılar. Örneğin fizik ders kitaplarında yasa olarak konumlandırılan "evrensel çekim" ilişkisinin, bazen teori, bazen hipotez olarak belirtildiğini görmekteyiz.[21] Dolayısıyla temel kavramlar açısından gelenek taşıyıcısı olan ders kitaplarında bile bazı anlaşmazlıklar görülür. Bu, ders kitaplarının en azından bazı bilimlerin tarihi açısından aldatıcı mahiyetini ortaya koyar ve bilimlerin gelişmesine yönelik, olmayan bir "saf gerçeklik" imajı çizer ve bunun sonucu olarak da "rasyonel inşa" fikrinin zorluğunu ortaya döker. Bu sıkıntılı zeminden kurtulmak için Kuhn ders kitaplarının "her bilimsel devrim sonrasında yeniden yazılmaları gerekir"[22] iddiasını gündeme getirir. Böylelikle bilim tarihi yazımı ile bilimsel devrimler arasında yakın ve döngüsel bir bağ kurar.

Kuhncu perspektif uyarınca bilim tarihi metinlerinin çizdiği imaj ile bilimlerin gelişim aşamalarının anlaşılması zorluğa düşer. Bununla beraber bilim tarihine yaslanıp, ortaya koyulan tüm yöntemlerin de geçerliliği sorgulanır hale gelir. İşte bu gerekçelerle Kuhn, bilim tarihi metinlerini yeni bir bakış açısıyla yorumlayıp, kendi yöntemini inşaya buradan girişir. Ancak böylesi bir çalışma sistemi ile geçmişin değerlerini, sosyolojik ve kültürel etmenleri de dâhil olmak üzere işin içine katılırsa anlayabiliriz. Sosyolojik ve kültürel ögelerin bilimsel olanın içine karıştığı iddiası, Kuhn'un baktığı açıdan bilim tarihinde rahatlıkla gözükebilir. "Kısacası, boş inanç diye tarihçinin bir yana attığı fikirler, genellikle, yüksek derecede başarılı eski

[19] Kuhn, a.g.e., s. 234.
[20] Dirk J. Struik, *Kısa Matematik Tarihi*, çev. Yıldız Silier, Doruk Yayımcılık, İstanbul, 2011, s. 79.
[21] Cemal Yıldırım, *Bilim Felsefesi*, Remzi Kitabevi, İstanbul, 2016, s.193.
[22] Thomas S. Kuhn, *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*, s. 234.

bilimsel dizgelerde, çok önemli ögeler olduklarını ortaya koymuşlardır."[23] Buradan hareketle Kuhn kendi yöntemini oluşturan temel kavramları da sırasıyla ortaya koymaya başlar. Onun yöntemini anlamak için değinmemiz gereken ilk yer "olağan bilim" çalışmalarıdır.

1.1 Olağan Bilimden Paradigmaya

Kuhn'un ortaya attığı kavramlardan biri olan olağan bilim kavramı, daha sonra değineceğimiz diğer kavramları anlamak noktasında bir temel vazifesi görür. Bilim insanları bir bilimsel etkinliğin etkisi altına girerek hem ilgi alanlarını belirleyen bir yönteme bağlanmış olurlar, hem de çalışmaları esnasında ihtiyaç duydukları bilgisel yığına, diğer bilim insanlarının kavramsal içeriklerinde ulaşırlar. Kuhn açısından olağan bilim tanımı da bu yaklaşıma yakın bir zeminde hareket eder. Ona göre "çoğu bilim adamının kaçınılmaz olarak hemen hemen tüm zamanını içinde harcadığı etkinlik, bilim topluluğunun dünyanın gerçekte nasıl olduğunu bildiği varsayımı üzerine kurulu bir tanımdır."[24] Böylelikle olağan bilimsel çalışma etkinliğine giren bir bilim insanı öncelikle bir geleneğe bağlı hareket eder. Gelenek ise kendi kurallarını daha önceden tayin ederek, bilim insanına bir çalışma programı sunar. Burada gelenek tıpkı satranç oyunu gibi taşların özelliklerini ve uygun hareketini gösteren bir dizi grup kurallarıyla tasvir edilebilir.[25] İlaveten, geleneğin çizdiği kurallar, belli bir dünya imgesi varsayarak kendi konumunu da şekillendirir. Bu anlamda ulaşacağı sonuçlar üzerinde olağan bilimin bir gelenek olarak yadsınamaz bir önemi vardır.

Bu bağlam Wittgenstein'ın dil ile dünya arasında çizmeye çalıştığı ilişkiyi yakın bir şekilde gösteriyor gibidir. "Bir resim bizi hapsetmişti. Ve dışarı çıkamıyorduk, çünkü bu resim dilimize yerleşikti ve dilimiz de bu resmi bize insafsızca tekrarlıyor gibiydi."[26] İnsanların kendi hayatları üzerindeki belirlenimlerini tanımlarken, dilin doğrudan etkisine atıf yapan Wittgenstein'ın bu yorumu; Kuhn'un ifade etmeye çalıştığı olağan bilimsel çalışmaların kuruluş şeklini bize ifade edebilir. Burada "resim" ögesi ile bilim insanlarının belli varsayımlar ile

[23] Thomas S. Kuhn," *Tarih ve Bilim Tarihi Arasında Bağıntılar*" s. 178.
[24] Thomas S. Kuhn, *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*, s. 73.
[25] Jean François Lyotard, *Postmodern Durum*, Çev. İsmet Birkan, BilgeSu Yayıncılık, Ankara, 2014, s. 122.
[26] Ludwig Wittgenstein, *Felsefi Soruşturmalar*, çev. Haluk Barışcan, Metis Yayınları, İstanbul, 2010, s. 68.

anlamaya çalıştığı "dünya" arasında bir analoji kurulabilir. Buna benzer bir analoji de resmi açıklamaya çalışan dil ile bilim insanlarının dünyayı anlamaya çalıştığı yöntemlerinin dili arasında olabilir. Nasıl ki resmi açıklamak üzere geliştirdiğimiz dilin bağlantıları, resmin kendisine içkin ise; bilim insanlarının dünyayı anlamak için kullandıkları dil de yöntemlerine içkindir. Zaten ancak böylesi bir mantıkla kurulan yaklaşımın, bilim insanlarının belli bir çalışma alanına bağlandıktan sonra, kendi aralarında anlaşmalarını sağlayabilir. İşte bu yüzden Kuhn, bilim insanlarının "kavramları, yasaları ve kuramları hiçbir zaman ayrı ayrı ve soyut olarak öğrenmediklerini"[27] iddia eder, çünkü bunları bağlı bulundukları bilim çevresinin dili vesilesiyle zamanla öğreneceklerdir. Peki, aksi bir durumla karşılaştığımızda, yani bilim insanlarının kavramsal olarak birbirini anlamasını zorlaştıracak bir dil hangi sonuçları doğurmaktadır?

> *Belli bir topluluk üyeleri, önemli bir ölçüde aynı literatürü benimseyip özümsemiş ve ondan birbirine benzer dersler çıkarmış olmalıdır. Değişik toplulukların dikkati, değişik konular üzerine odaklandığı için, grup çizgileri arasında mesleki iletişim çetin olacaktır herhalde; giderek çoğun yanlış anlamaya da yol açacaktır bu ve, sürdürüldüğünde, önemli uyuşmazlıkları ortaya koyacaktır.*[28]

Buradan bakıldığında Kuhn'un ortaya koyduğu bilim dili kavramının kendi içinde tutucu ve muhafazakâr bir söylem içerdiğini iddia edebiliriz. Benzer literatürü tarayıp, aynı sonuçlara ulaşılabilme ümidi; aynı zamanda problemlere yöneltilecek soruların da farklı olamayacağını vurgulamaktır. Dolayısıyla Kuhn belirli bir bilimsel topluluktan bahsederken, aslında zihnindeki bilimin imgesinin yapısını da ele verir. Kuralları ve beklentileri topluluk içinde şekillendirmeye başlayan Kuhn "'dogmatik' bir bilimin veya disiplinin özgül soru sorma alanını, problematiğini ve metodiğini imler."[29] Buna rağmen bilim tarihi çalışmalarına göz gezdirdiğimizde farklı topluluk üyelerinde olduğu gibi, aynı topluluk üyeleri arasında da temel meselelerde dahi anlaşmazlıklar olabilir. Yaşamı boyunca Kopernikçiliğe bağlı kaldığı bilinen Kepler, Güneş merkezli sisteme büyük övgüler sıralarken, Kopernik'e kuramındaki birtakım

[27] Thomas S. Kuhn, *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*, s. 124.
[28] Thomas S. Kuhn, "*Paradigmalar Üstüne İkinci Düşünceler*", Şu kitapta: Thomas S. Kuhn, *Asal Gerilim*, çev. Yakup Şahan, Kabalcı Yayınevi, İstanbul, 1994, s. 354 – 355.
[29] Erich Rothacker, *Tarihselcilik sorunu*, çev. Doğan Özlem, Gündoğan Yayınları, Ankara, 1995 s. 22.

matematiksel yaklaşımlardan ötürü ağır eleştiriler getirmiştir.[30] Bu örnek bazı alanlardaki bilimsel buluşlarla, bir filozofun ya da bir okulun konu üzerindeki ayrıntılı çalışmalarında bazı anlaşmazlıklar olabileceğinin göstergesidir.[31] Dolaysıyla belli bir kuram etrafında birleşip, aynı literatür ile hemhal olunmasına rağmen, topluluk içinde farklı noktalarda anlaşmazlıklar gündeme gelebilir. Ama aynı zamanda kuramlar üzerine bu ince dokunuşlar, insanların bilim tarafından henüz keşfedilmemiş alanlarda düşünme tarzlarını dönüştürebilmelerine olanak tanır. Kepler ile Kopernik bunun tipik birer örneğidir. Bununla beraber birbirinden farklı topluluk yapılarında çalışmalar yapmak da her zaman çeşitli uyuşmazlıklar doğurmayabilir. Muhafazakâr bir dünya görüşü ve şiddetli evrim karşıtı düşünceleriyle ün salmış olan Cuvier'in çalışmaları, kendisinden sonraki evrim teorilerini fazlasıyla etkilemiştir.[32] Bu yüzden farklı topluluklar arasında yapılacak çalışmaların her zaman mutlak bir uyuşmazlıkla sonuçlandığı iddia edilemez. En azından toplulukların elde ettiği bazı sonuçlar arasında geçişkenlikler mevcut olabilir.

Bunların dışında Kuhn'un topluluk söyleminden çıkarabileceğimiz önemli bir sonuç da, bilim insanlarının kurduğu bu topluluğun, bilim-dışı ögeleri de yadsımak noktasında koruyucu bir rol üstlenebileceğidir. Dolayısıyla bilimsel bir çevrede yürütülen tartışmaların, bilim imgesine uygun bir şekilde icra edildiği sonucuna varabiliriz. Burada gündeme gelmesi gereken kritik bir soruyla karşı karşıya kalırız. Bilimsel olan bir çalışma ile bilim-dışı bir çalışmayı birbirinden en net şekilde ayıran ölçüt nedir? Kuhn açısından verilecek cevap bir bilimsel yöntemin varlığına işaret eder.

1.2. Sınır Çeken Bir Ölçüt Olarak Paradigmalar

Bilim felsefenin temel problemlerden biri bilim ile bilim dışını belirleyecek olan bir sınır çekme ölçütü koymaktır. Bu niyetle Viyana çevresi ve temsilcileri bilim ile metafizik arasına bir sınır çekme ölçütü aramışlardır. Buldukları yöntem literatüre "doğrulamacılık" olarak geçmiştir ve bu ölçüte göre olguları gözlem verileri ile tek

[30] Thomas S. Kuhn, *Kopernik Devrimi: Batı Düşüncesinin Gelişiminde Gezgen Astronomisi*, çev. Halil Turan v. dğrleri, İmge Kitabevi, Ankara, 2007,
s. 340-341.
[31] Robert Oppenheimer, *Bilim ve Sağduyu*, çev. Onur Öymen, Bilgi Yayınevi, Ankara, 1965, s. 11.
[32] Patricia Fara, *Bilim: Dört Bin Yıllık Bir Tarih*, s. 312.

tek incelemek suretiyle genel olana ulaşmaya çalışılmıştır. Bu ölçüte karşı çıkan Popper ise "yanlışlamacılık" adı verilen yöntemle karşımıza çıkar. Popper'e göre bir önermeyi doğrulayacak sınırsız sayıda örnek verilebilir. Bu yüzden doğrulamacılık bir sınır çekme yöntemi olamaz. Ona göre gözlem verileri sonucunda yanlışlanamayan her önerme bilimsel olarak bir değere sahiptir. Kuhn açısından ise her ne kadar *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*'nda bilim için bir sınır çizme ölçüsü sunmayıp, sadece Popper'in yanlışlanabilirlik ölçütünü reddettiği[33] iddia edilse de o, Viyana çevresi düşünürlerinin doğrulamacı yorumunu da karşı çıkar.

Kuhn'un bu karşı çıkışının kökeninde mantığın, bilim kuramı açısından araçsallığı görülebilir. Mantık, sadece bilimin yapısını anlamamızı ve bu yapıdaki bağlantıları çözümlememizi sağlar, ama yapının dayandığı tabanı göstermek mantığın işi değildir.[34] Bu bağlamda bilim tarihi okumalarını sıklaştıran Kuhn, her iki görüşün savunucularının yanlış bir bilim tarihi okuması yaptığını ileri sürer ve temel kavramı olan *paradigma*lara bu tespiti sonucunda değinmeye başlar. Kuhn'un olağan biliminde, bir paradigmanın salt mantıksal ilkeler doğrultusunda incelenmesi söz konusu olamaz, çünkü onu destekleyen kanıtlar her zaman bulunabilir, ancak ileri sürülen bir tezin desteklenmesi veya çürütülmesi için esas olan, bu kanıtların irdelenmesidir. Kanıtın da zorunlu meşrulaştırmalar için değil, araştırmadaki teze göre üretilmesi gerektiğinin vurgulanması burada önemlidir.[35] Paradigma, yönünü tayin ettiği bilimin meşru çalışma zeminini ortaya koyar. İçinde çalıştığı olağan bilim insanlarının "bulmaca çözme" faaliyetlerini yürütmesini sağlar ve onları organize eder. Kuhn'a göre olağan bilim çalışmalarına destek olan her paradigma; bilimi, bilim-dışından ayıran özelliktir.[36] Sonrasında ise Kuhn, paradigma ile olağan bilim arasındaki ilişkiyi daha da detaylandırmaya koyulur.

Yeri gelmişken değinmemiz gereken bir diğer husus ise Kuhn'un kendi tezlerini ortaya koyarken bazı kavramları farklı şekillerde defalarca tanımladığı gerçeğidir. Kuhn'un bunu bir anlam kargaşasından mı yoksa ifade etmeye çalıştığı görüşleri daha detaylı bir içerikle yüklemek için mi yaptığı tam olarak belli değildir.

---

[33]John Watkins, "*'Olağan Bilim'e Karşı*, şu kitapta: *Eleştiri ve Bilginin Gelişmesi*, ", Hazırlayanlar: Imre Lakatos–Alan Musgrave, Çev. Nur Küçük, İthaki Yayınları, İstanbul, 2017, s. 42.
[34] Elisabeth Ströker, *Bilim Kuramına Giriş*, çev. Doğan Özlem, İnkılap Kitabevi, Ankara, 2005, s. 26.
[35]Quentin Skinner, *Çağdaş Temel Kuramlar*, çev. Ahmet Demirhan, Vadi Yayınları, Ankara, 1991, s. 93.
[36] Alan Chalmers, *Bilim Dedikleri*, s.140.

Dolayısıyla bu durumun, Kuhn'un anlaşılmasını zorlaştırdığı gibi, onun üslubuna da ağır eleştirileri beraberinde getirmiştir. Buradan hareketle Kuhn'un özellikle *Bilimsel Devrimlerin Yapısı* metninde sıklıkla değindiği kavramlardan biri olan olağan bilim kavramı, farklı göndermeleri içinde barındıran bir dizi yorum içerir. Kuhn, kitabın başında ifade ettiği olağan bilim kavramını, bilimlerin yöntemini tanımlamaya gelince farklı bir şekilde düzenlemeye başlar.

> *Olağan bilim deyimi, bu denemede, geçmişte kazanılmış bir ya da daha fazla bilimsel başarı üzerine sağlam olarak oturtulmuş araştırma anlamında kullanılmaktadır. Söz konusu başarılar belli bir bilim çevresinin, uygulamanın sürekliliğini sağlamak üzere bir süre için temel kabul ettiği bilimsel ilerlemelerdir. Günümüzde bu başarılar temel veya ileri düzeydeki bilimsel ders kitaplan tarafından, ender olarak ilk ortaya çıktıkları biçimde ama tüm özellikleriyle aktarılmaktadır.*[37]

Etraflarındaki kitaplar sayesinde, bilim çevrelerindeki çalışmaları takip eden bilim insanları, bu sayede hem güncel araştırmaların neler olduğuna görürler, hem de kendi çalışmaları ışığında ortaya çıkan verileri karşılaştırabilecek malzemeyi temin ederler. Bilim yazımının yoğun olmadığı eski dönemlerde ise bu boşluğu temel olarak görülen bazı klasiklerin sağladığı iddia edilebilir. Bunlar arasında "Aristoteles'in Physica eseri, Ptolemy'nin Almagest'i, Newton'un Principia ve Opticks eserleri, Franklin'in Electricity, Lavoisier'nin Chemistry ve Lyell'in Geolgy"[38] en önemlileridir. Adı geçen çalışmalar başta olmak üzere bilim insanlarının model olarak bazı çalışmaları kabul edip, bazılarını kabul etmemesindeki temel gerekçe, Kuhn'un bilimsel yönteminin teşhiri için önemli bir uğraktır. Ona göre başlıca iki sebep bilim insanlarının metinler üzerine bakışını şekillendirir.

> *Her birinin temsil ettiği başarı ya da ilerleme, rakip bilimsel etkinlik tarzlarına bağlanmış olanları çevrelerinden koparıp, kendilerine çekecek, kadar yeri benzersizdi. Aynı zamanda da, çeşitli birçok sorunun çözümünü, yeniden oluşacak bir topluluğun ilerideki çabalarına bırakacak kadar açık uçluydu, yani daha da yeni gelişmelere açıktı.*[39]

[37] Thomas S. Kuhn, *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*, s. 79.
[38] Kuhn, *a.g.e.*, s. 79.
[39] *A.g.e.*, s. 79-80.

Görülecektir ki olağan bilimsel araştırmalar içerisinde kabaca bir yöntemin de taslağı şekillenmeye başlar. Belirli bir çalışma alanına bağlı kalmaları ile birlikte bilim insanları, bazı araştırmalara yönelerek kendi etkinlik tarzlarını oluştururlar. Bu etkinlik tarzını oluştururken niçin bazı çalışmaları tercih ettikleri ise iki sebep ile açıklanabilir. İlki bu çalışmalar bir kere kendi alanlarındaki bütün çalışmalardan daha detaylıdır. İkincisi ele alınan çalışmaların, gelecek araştırmaları da şekillendirmek noktasında birçok soruya yine cevap verebilecek yapıda olmalarıdır. Böylesi bir yorum da bilimlerin ilerleyici motifi olarak Kuhncu pratiğin bilim yöntemi ortaya koyar. Bilim felsefesi literatüründe "paradigma" olarak geçen bu kavramın, açıklamaya çalıştığımız iki sebebin bütününü oluşturduğu düşünülebilir. Buradan hareketle paradigma kavramı ile olağan bilim arasında yakın ilişki de gözler önüne serilmiş olur. Kuhn da yukarıda ifade ettiğimiz iki özelliği paylaşan başarılar için bundan sonra *paradigma* terimini kullanır ve bu terimin olağan bilim deyimiyle yakından bağlantılı olduğunu ifade eder.[40] Bu iki kavram arasında kurduğu sıkı bağa sürekli değinen Kuhn, bilim yapma ölçütümüzün de bu iki kavramla beraber "genellikle" hareket edeceğini ima eder.

> *Özellikle bu kardeş kavramların ikisini de açıklığa kavuşturacak bir gözleme işaret ederek, paradigmalar olmadan da, ya da en azından yukarıda bahsettiklerimiz kadar bağlayıcı ve tartışmasız paradigmalar olmadan da bir tür bütünsel araştırma yapılabileceğini söylemeliyiz. Aslında, bir paradigmanın kurulması ve bu sayede daha kapalı ve uzmanlaşması araştırma yapılabilmesi, herhangi bir bilimsel dalın gelişmesinde olgunlaşmanın göstergeleridir.*[41]

Dolayısıyla denebilir ki bir bilimsel çalışma paradigma olmadan da yani olağan bilim esnasında da nispi olarak yürütülebilir. Peki, belli bir paradigmaya bağlı kalınmadığı durumlarda bilimlerde ne gibi sonuçlar ile karşılaşırız? Kuhn'a göre belli bir yöntem eksikliğinden yoksun, böylesi bir ortamda farklı farklı görüşler bildiren geleneklerin varlığı söz konusu olur. Ayrı geleneklerin doğayı algılayış şekilleri çeşitli sayılarda olacağı için ürettikleri yorumlar da bu bağlamda farklılıklar gösterir. Tarihsel süreçle beraber bu farklı görüşler arasındaki ilişki Kuhn açısından bir rekabet ortamına evrilir. Yani "bilimlerin gelişmesinde ilk etapta karşılaştığımız en temel hadise, doğa üzerinde birbirlerinden farklı birçok görüşün devamlı

[40] *A.g.e.*, s. 80.
[41] *A.g.e.*, s. 81.

yarışması[42] olarak görülebilir. Bu yarış neticesinde kimin galip geleceğini belirleyen ise; farklı görüşler bildiren gruplar arasındaki çalışma metodolojisinin niteliği ile birlikte açıkladıkları olguların inandırıcılığında yatar. Tabi burada dikkat çeken bir diğer husus, doğayı algılayanlar arasında gelişen farklı yorumlardır. Kuhn'un buradaki tespiti bilim-kuramsal açıdan, muhtelif filozoflarca suçlanmasını beraberinde getirmiştir. Eleştirilerin temelinde herhangi bir kuramın *Weltanschauug* (Dünya Görüşü) haline dönüştürülmemesi gelir. Yani kısaca Lakatos'un kendi izlencesini yorumlarken dediği gibi; matematiğin kendisini merkeze koyup bir hakem gibi neyin ispat olup neyin ispat olmadığını belirlediği gibi; bir kuramın da neyin açıklama olup, neyin olmadığı konusunda bilimsel katılığa dönüşmemesi gerektiği vurgulanır.[43] Ama Kuhn açısından olağan bilim tam anlamıyla bir paradigmanın bilimsel ölçüt olarak, neyin bilimsel olup neyin bilimsel olmadığını tespit eden araç konumundadır. Özellikle rakip yaklaşımların birbirleriyle rekabeti esnasında, bu vurgu dikkat çeker.

> *Nitekim bu görüş ayrılıkları gerçekten de hatırı sayılır ölçüde ve hatta görünürde bir daha ortaya çıkmamacasına kaybolmaktadır. Üstelik, kaybolmalarına genellikle neden olan etken paradigma-öncesi okullardan birinin üstün gelmesidir ve bu galip okul kendine özgü inançları ve önyargıları nedeniyle, henüz başlandığı halde oldukça yoğunlaşan bu bilgi birikiminin sadece belli kısımlarına ağırlık vermek durumundadır.*[44]

Galip gelen görüşün paradigmaya evrilmesini sağlayan husus, bilim insanlarının doğayı anlamak noktasında daha kapsamlı bir açıklama girişimi sunmasından ileri gelir. Özelikle geniş bir kesimin araştırmaları esnasında sorduğu sorulara verilen cevaplar burada büyük önem taşır. "Paradigmalar, bilim topluluğunun son derece önemli olduğuna karar verdiği bazı can alıcı sorunları çözümlemekte rakiplerinde daha başarılı oldukları için sonraki üstün konumlarına ulaşabilmişlerdir."[45] Burada galip gelen görüşlerin paradigma olma yolundaki en kritik göstergelerinden biri; bu görüşlerin çalışmadaki tüm olguları değil, sadece belli başlı olguları açıklıyor olmasından ileri gelir. Buradan hareketle paradigmalarda sürekli olarak bir boşluk halinin var olduğunu ve dolayısıyla bunun da

[42] *A.g.e*. s. 72.
[43] Imre Lakatos, *Bilimsel Araştırma Programlarının Metodolojisi*, s. 120.
[44] Thomas S. Kuhn, *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*, s. 88.
[45] Kuhn, *a.g.e*., s. 96.

paradigmaların hem gelişmesi hem de değişmesi için önemli bir alan sağladığı ileri sürülebilir. "Bir kuramın paradigma olarak kabul edilmesi için elbette rakiplerinden güçlü görülmesi gerekir, ama kapsamına girebilecek bütün olguları açıklayamaz ve bunu yapması da zaten hiçbir zaman beklenemez."[46] Çünkü eğer ele aldığı bütün olguları açıkladığı iddia edilirse: İlk olarak fazlasıyla dogmatik bir söylem benimsenmiş olur. İkinci olarak da böylesi bir söylem, bilimlerin ilerleme nosyonunu ortadan kaldırır. Çizilen bu yaklaşım ile bilim bir "açık sistem" modeline dönüşür ve onun içindeki söylem; yeni fikirlerin doğmasını sağlayacak şekilde yeni oyun kurallarına yol açar.[47] Zaten Kuhn'un ele aldığı paradigma kavramının başarısı da burada yatar. Paradigma; dışarıya az çok kapalı ve sınırlı bir dizi sorun üzerine dikkatleri toplamak suretiyle, bilim adamlarını doğanın herhangi bir parçasını, başka türlü akla dahi gelemeyecek kadar derinlemesine ve ayrıntılı incelemeye zorlamış olmaktadır.[48] Bu şekliyle bir paradigma; üzerinde çalışılan alanı, en iyi şekilde anlamak noktasında böler ve bilim insanlarının bölünen kısım üzerinde yoğun şekilde çalışmalarını yapmasına olanak sağlar diyebiliriz. Peki, rekabet sonucu kaybeden görüşlerin akıbeti bu aşama ile ne olur? Açıklama girişimi sonunda kaybeden görüşler, Kuhn açısından, bir daha geri dönemeyecek şekilde bilim-dışı bir zeminde kabul edilirler.

> *Bir doğa biliminin gelişiminde herhangi bir topluluk ya da birey, sonraki kuşak bilim adamlarının çoğunluğunu kendine çekebilecek düzeyde bir sentez yaratabildikleri zaman, diğer eski okullar yavaş yavaş ortadan yok olurlar. Bu yok oluş kısmen üyelerinin yeni paradigmaya yönelmesi yüzünden meydana gelir. Şu ya da bu eski görüşe bağlı kalanlar daima vardır elbet, ama bunlar da zamanla meslek çevresinde silinirler ve çalışmalarına kimse kulak asmaz olur. Yeni paradigma beraberinde, bilim alanının yepyeni ve daha katı bir tanımını getirdiği için, çalışmalarını bu yeni tanıma uydurmayı beceremeyen ya da uydurmak istemeyenler ya tek başlarına devam etmek ya da başka bir çevreye bağlanmak zorundadır.*[49]

Galip gelen görüşlerin, rakip görüşleri geri döndürülemez şekilde ortadan kaldırdığı iddiası bilim tarihi çalışmaları incelediğinde Kuhn'un bu görüşünü müphem bir zemine düşürür. Özellikle atom kuramının tarihsel geçmişine göz

[46] *A.g.e.*, s. 89.
[47] Jean François Lyotard, *Postmodern Durum*, s. 122.
[48] Thomas S.Kuhn, *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*, s. 97.
[49] Kuhn, *a.g..e.*, s. 90

gezdirdiğimizde Kuhn'un iddiasının tutarlı olmadığı görülecektir. M.Ö 5. Yüzyılda Leukippos ve öğrencisi Demokritos varlığın özünü gözle görülemeyen bir özelliğe sahip olan atomlardan oluştuğunu ve atomların evrenin her tarafına saçılmış vaziyette bulunduğunu iddia etmişlerdir. Atomcuların ortaya koydukları bu görüşler Kuhncu anlamda değerlendirilirse, teolojik ve felsefi açıdan eleştirilerek rakip görüşler tarafından yenilgiye uğratılmıştır. Buna rağmen İslam uygarlığında simya ile ilgili çalışmaları esnasında Razi, mekanist dünya görüşünün etkisiyle Boyle gibi bilim insanlarının çalışmalarında atomcu görüşün izlerini görmekteyiz. Daha sonrasında ise John Dalton'un atom kavramını bilimsel bir kuram olarak ortaya koymuştur.[50] Dolayısıyla atom kuramının tarihsel gelişimi, kaybeden bir görüşün de pekâlâ ilerleyen çalışmalarda tekrar bilim sahnesine çıkabileceğini göstermektedir. Bir başka örnek ise astronomi tarihinden verilebilir. Kopernik'ten yüzyıllar öncesinde Aristarchus, Güneş'in sabit olduğunu ve Dünya'nın Güneş'in çevresinde çembersel bir yörüngeyi takip ederek döndüğünü iddia etmiştir.[51] Aristarchus'un bu kuramı eğer Kuhncu gözlüklerle değerlendirilmeye tabi tutulursa, Batlamyus'un Dünya merkezli kuramına karşı kaybetmesi ve geri dönmemecesine tarihin derinliklerine gömülmesi gerekirdi. Buna rağmen 16. yüzyılda Kopernik'in çalışmaları ile Aristarchus'un çalışmaları arasındaki paralellikler göz önünde tutulursa, Kuhn'un iddialarını boşluğa düşüren bir kanıta daha ulaşırız. Bilim tarihinde ortaya konulmuş bir kuram, ilk etapta diğer kuramlar karşısında etkili olamamasına rağmen yüzyıllar sonra tekrar karşımıza çıkabilir. Hatta yüksek bir doğruluk derecesine sahip ve bilimsel olarak sağlam bir zemini olan başarılı bir kuram rakip fakat çürütülmüş bir teori tarafından alt edilebilir.[52] Dolayısıyla bu bağlam dikkate alındığında Kuhn'a nazaran bilim tarihinde atıl bir kuram olmadığını ve tarihsel süreçte eski görüşlerin sürekli karşımıza çıktığını söyleyebiliriz. Bilim tarihinde rastlayabildiğimiz bu örneklerin Kuhn tarafından tespit edilememesi, onun galip gelen görüşlere odaklı bir bilim okuması yapmasından kaynaklanır. Bu yorum Kuhn'a aynı zamanda kazanan görüşler ile paradigma arasında yakın bir ilişki kurması açısından da fayda sağlar.

[50] Sevim Tekeli v.dğr., *Bilim Tarihine Giriş*, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 2015, s. 338.
[51] Cemal Yıldırım, *Bilim Tarihi*, Remzi Kitabevi, İstanbul, 2016, s. 55.
[52] Paul Feyerabend, *Akla Veda*, s. 182.

Bilimlerin daha kapsamlı çalışmalar ortaya koyması ve kendilerini ilerletmesi, Kuhncu pratik açısından ancak bir paradigmanın varlığında gerçekleşebilir. Kabul gören bu paradigmaya bağlanmayan kişiler ve onların görüşleri ise bu bağlamda marjinalleşirler. Sonuç olarak meşruiyet sorunu yaşayan böylesi bir "bilim" sahici bilim olamaz, onu meşrulaştırmak isteyen söylemin kendisi de "avam işi" bir anlatıyla aynı statüye indirgenerek, bilim öncesi bir söyleme, ideolojiye ya da güç aracı derecesine düşürülür.[53] Bunanla beraber paradigmanın ortaya çıkması, bir etkinlik tarzını, bir bilimsel disiplinine döndüren ölçüt anlamına da gelir. Bu yüzden paradigmaların, bir kişinin veya marjinâl bir grubun bilimsel pratiği olarak değil, geniş bir bilim çevresine mal edilmesi gereken yol haritası olduğu düşünülmelidir. Geniş bir mutabakat neticesinde, belirleyici yöntem haline gelen bir paradigma, geçerliliğini muhafaza ettiği sürece bir cevabı olduğunu bildiğimiz tüm soruları belirlemeye yardım eden bir ölçüt haline gelir.[54]

Kurduğu tüm bu yapıya rağmen, daha önce yukarıda da vurguladığımız gibi, Kuhn'un bazı kavramları anlaşılmak noktasında çeşitli sıkıntılara sahiptir. Bu yüzden bilimsel devrimlerin yazılışından sonra Kuhn, birçok felsefeci tarafından sert eleştirilere maruz kalmıştır. Eleştirilerin merkezinde, aynı kavramın farklı şekillerde tanıtılması ve dolayısıyla, bu kavramların farklı anlamlar ima edebileceğine yönelik algı yatmaktadır. Farklı şekillerde tanımlanmasından ötürü eleştirmenlerin Kuhn'a yüklenmelerine sebep olan kavramlardan biri de paradigma kavramıdır. Bu eleştirilere cevap olarak *Asal Gerilim* metninde Kuhn, *Bilimsel Devrimlerin Yapısı* metnine yakınlık hisseden veya hissetmeyen tüm eleştirmenlerin, paradigma teriminin fazla sayıda anlama gelecek şekilde kullanıldığı noktasında oybirliği ettiklerini ifade eder.[55] İşte bu yüzden Kuhn, *Bilimsel Devrimlerin Yapısı* metninin yayınlanmasından sonra hem bu anlam kargaşasını önlemek hem de eleştirilere cevap vermek maksadıyla, temel iddialarını bir kez daha ele alır. Özellikle paradigma ve olağan bilim tanımlarına yükseltilen eleştirilere, Kuhn'un nasıl cevaplar verdiğine bakmak gereklidir.

> *... sayıları ne olursa olsun, kitapta 'paradigma' sözcüğünün kullanımları, hem farklı adları ve hem de ayrı bir tartışmayı gerektiren, iki takıma ayrılmaktadır. 'Paradigmanın' bir*

[53] Jean François Lyotard, *Postmodern Durum*, s. 75.
[54] Lyotard, *a.g.e.*, s. 112.
[55] Thomas S. Kuhn, "*Paradigmalar Üstüne İkinci Düşünceler*", s. 352.

> *anlamı geneldir.; diyeceğim bilimsel bir grubun katılmış olduğu tüm bağlanmaları kuşatır; öbürü, özellikle, önemli bir bağlanmayı ortaya koyar ve, böylece, birinci anlama bir-alt takım oluşturur'"*[56]

Görülecektir ki Kuhn, bir taraftan eleştirilere cevap vermek niyetindedir diğer taraftan da, *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*'nda tanımladığı paradigma kavramını daha farklı bir boyuta taşımaktadır. Genel olarak baktığımızda Kuhn'un, *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*'nda ifade etmeye çalıştığı paradigma kavramını iki temel yapı üzerinden yeniden kurmaya çalıştığını görürüz. Bunların ilki; *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*'nda da sıklıkla değindiği, olağan bilimsel etkinlik tarzı içinde belirlenen ve bir bilim topluluğunun sınırını çizen paradigma yorumudur. İkincisi ise bu bilimsel topluluğa kavramsal çerçeveyi sunan ve onların çalışmalarını belirlemesi açısından hakim bir kuram anlamına de gelen paradigma tanımıdır. Dolayısıyla bu çalışmanın devamında da paradigma hem hakim bir kuramı, hem de bu kuram etrafında bir araya gelen bilim insanları topluluğunu ifade edecektir. Öncelikle paradigmanın ifade etmeye çalıştığımız ilk yorumu olan bir bilimsel topluluk ile yakın ilişkisini inceleyeceğiz.

> *Kitapta 'paradigma' terimi, 'bilimsel topluluk- scientific community' sözcük kümesine, hem mantıki hem fiziki bakımdan büyük bir yakınlık gösterir. Bir paradigma, bir bilimsel topluluktaki üyelerin ve de yalnız onların paylaşmış olduğu bir şeydir. Tam tersine, başka bir yolla birbirinden çok farklı insanların oluşturduğu bir grubun bilimsel topluluğunu kuran da, onların ortak bir paradigmaya sahip olmalarıdır.*[57]

Paradigmanın bu bağlamdaki yorumu *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*'nda sıkça işlenmiş bir temaya işaret etmektedir. Olağan bilimsel çalışmalar yapan bir takım bilim insanının ancak belli bir paradigma etrafında birleşerek hareket edebilirler. Burada esas olanın paradigma inşasından önce bilimsel topluluğun alan içindeki özgül ağırlığıdır. Kuhn'dan hareketle '"Paradigma' terimi eğer başarılı bir biçimde açıklanacaksa, bilimsel topluluklar her şeyden önce, bağımsız bir varoluşa sahipmiş gibi görünmelidir"[58] şeklinde bir düşünceye sahip olabiliriz. Masterman da "sosyolojik paradigma" olarak yeniden kavramsallaştırdığı yorumuyla, bir paradigmadan bahsetmenin önkoşulu olarak bir bilimsel topluluğun var olması

[56] *A.g.m.*, s. 352.
[57] *A.g.e.*, s. 353.
[58] *A.g.e.*, s. 353.

gerektiğini vurgular. Bu paradigmalar hâkim bir kuramdan ziyade somut ve gözlemlenebilir olan; yani kısaca bir dizi alışkanlığa göndermede bulunur.[59] Bilimsel toplulukların böyle bir alışkanlığa sahip olmasını ve onların beraber hareket edebilmesindeki en önemli etmenlerden biri; bu topluluklar ile kullandıkları "bilimsel dil" arasındaki ilişkide yatar. Bilimsel dil olarak tanımlayabileceğimiz dil, bir bilimsel topluluğun en temel unsurlarından biridir, çünkü böylesi bir dilin varlığı hem aynı bilimsel topluluğun içinde olan insanların iletişimini sağlar, hem de o topluluğun ayakta kalmasına ve diğer görüşler karşısında kendini savunmasında yardım eder.[60] Dolayısıyla bilimsel dil; bilimsel toplulukların örgütlenme biçimi, doğayı kavrayış şekilleri ve nihai hedeflerinin belirlenmesinde yardımcıdır. Bu da kuşkusuz bilimsel dilin rakip görüşler arasında kimin galip geleceğini belirleyen hayati bir fonksiyon olduğunun göstergelerindendir. Bilimlerin içinde sıklıkla karşılaştığımız kavram, yasa ve formül gibi yapıların doğanın gerçekliğinden ziyade bilim insanlarının uğraştıkları alanlardaki kendi yorumları olduğu düşünülürse; bilimsel topluluklar ve dil arasındaki ilişki daha iyi anlaşılmış olur.

Bir bilimsel topluluğun oluşum aşamaları noktasında, *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*'ndaki iddialarını sürdüren Kuhn; bir bilimsel topluluğun başarılı çalışmalar toplamı olan paradigmaların, ortaya çıkmaları ile birlikte; bilimsel toplulukların sınırını belirleyen bir çeper vazifesi gördüğünü ima eder. Burada bir nevi sınır ölçütü anlamında da kullanabileceğimiz paradigma, hâkim bir kuram olarak yorumlamaya çalıştığımız alana göndermede bulunur. Paradigmanın bu yorumu bilimsel alan içindeki çalışanlara üç konuda kolaylık sağlayabilir. Bunlardan ilki paradigma, olgu seviyesindeki bilimsel araştırmalarda nesnelerin doğası hakkında öğretici bilgiler sunar. İkincisi paradigma yoluyla elde edilen olgular, sonraki çalışmalar için hem tahminde bulunmaya hem de doğadaki olgularla karşılaştırma yapma ihtimalini doğurur. Üçüncüsü ise paradigmaya bağlı çalışma, kuram ile deney arasında belirsizliği kaldırarak daha net sonuçlar elde edilmesini sağlar.[61]

Bilim tarihi çalışmalarına göz gezdirdiğimizde Kuhncu perspektif açısından hem hâkim bir kuram olarak hüküm sürmüş, hem de bu kuram ile bilimsel bir

[59]Margaret Mastermann, "*Paradigmanın Doğası*", şu kitapta: Eleştiri ve Bilginin Gelişmesi, hazırlayanlar: Imre Lakatos – Alan Musgrave, s. 92.
[60] Hüsamettin Arslan, *Epistemik Cemaat*, Paradigma Yayınları, İstanbul, 2017, s.132.
[61] Thomas S. Kuhn, *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*, 99-100.

topluluk olma ayrıcalığına erişmiş paradigmalara örnek olarak; Aristoteles'in felsefi argümanlarla desteklediği evren telakkisini, deney ve gözlem verileri ile yeniden ortaya koyan Batlamyus'un çalışmaları gösterilebilir. Bir diğer örnek ise gerek o zamana kadar kendi alanındaki tüm araştırmaların üstüne çıkan, gerekse yazıldığı günden itibaren birçok kişinin başucu kitabı olan Newton'ın *Principia'*sı tipik paradigma örnekleridir. Adı geçen çalışmalar hem hakim kuramlar olarak, hem de kendilerine bağlı bilim topluluklarını oluşturmaları bakımından Kuhncu terminoloji uyarınca paradigma kavramının fazlasıyla altını doldurur. Örnekler elbette çoğaltılabilir, çünkü yukarıda da vurguladığımız gibi Kuhncu açıdan bir disiplinin bilim olmasındaki ölçüt, etrafında bilimsel topluluk adını verebileceğimiz bir yapının olmasından kaynaklanır. Bu çalışmanın devamında da paradigma terimini her iki anlama gelecek şekilde kullanmaya devam edeceğiz ve bilim tarihinde bu anlamlara uygun paradigmaların olup olmadığını inceleyeceğiz. Peki, bir paradigmaya sahip olan bilimsel bir topluluk olağan bilim dönemindeki çalışmaları nasıl bir mantıkla yürütür?

Kuhn öncesi klasik bilim yorumuna göre, bilim insanları sorun odaklı araştırmalar yaparak günden güne çalışmalarına yeni yorumlar katarlar. Ancak Kuhn'a göre olağan bilimsel dönemde paradigmaya bağlı araştırma yapan bilim insanları çalışmalarını sorun çözmeye yönelik bir tarzda geliştirmezler. Onlar daha çok Kuhn tarafından bir *bulmaca çözme* etkinliği olarak tasvir edilen olağan bilimde birikimci bir çaba içindedirler. Bu çalışma döneminde bilim insanlarının asıl hedefi; bilimsel bilgi dağarcıklarını detaylı ve daha kesin şekilde genişletmektir. Olağan bilim, ne herhangi bir olgu ne de kuram açısından bir yenilik bulma peşinde değildir. Kaldı ki Kuhn açısından olağan bilim döneminin başarılı olmasındaki sebep de budur.[62]

Bilimsel faaliyeti bulmaca çözme etkinliği olarak görmenin arka planda iki nedeni olduğunu söyleyebiliriz. Bunun için Kuhn'un neden bulmaca analojisi ile olağan bilimi tasvir ettiğini anlamamız gerekir. Dolayısıyla burada bulmaca denilince ne anlamamız gerektiğini inceleyeceğiz. Öncelikle herhangi bir bulmaca, çözümü var olan ve bizim tarafımızdan çözülmeyi bekleyen bir oyun gibidir. Alıcı konumda olanlar, bulmacayı hazırlayanların yönlendirmeleriyle hedefe ulaşmaya çalışırlar.

[62] Kuhn, *a.g.e.*, s. 131.

Burada bulmacanın kendisi, Kuhncu terminoloji ile konuşacak olursak; paradigmanın kendisini temsil ederken, bulmacayı çözmek ile mükellef olan kişiler paradigmaya bağlı bilim insanlarını temsil ederler. Bulmacayı hazırlayan ise paradigmaya son halini veren bilim insanına göndermede bulunur. Galileo'nun Güneş merkezli sistemi ve Newton'ın klasik mekaniği bu tarz paradigmalara örnek verilebilir. Ayrıca yine herhangi bir bulmaca önümüzdeyken, onun mutlaka hazırlayıcıları tarafından çözümünü bulmaya yarayan bir kurallar silsilesiyle dolu olduğunu varsayarız. Dolayısıyla burada bulmacanın temsil ettiği paradigmanın, onu ortaya koyanlarca bilim insanlarının tüm tutum ve yönelişlerini belirlediğini söyleyebiliriz. Bu yaklaşım da paradigmaya bağlı yapılan olağan bilimsel faaliyetlerin sosyolojik boyutuna göndermede bulunur, çünkü nasıl ki bir bulmacanın çözümü olduğunu varsayarak onu çözmeye çalışıyorsak, Kuhn açısından bilim insanları da var olan paradigmanın mutlaka çözümü olduğuna yönelik bir algıyla hareket ederler.

Kuhn'un olağan bilimsel çalışmaları bulmaca çözme etkinliği olarak betimlemesi aynı zamanda paradigmaların işleyiş tarzları konusunda da bizlere başka ipuçları sunar. Bu, özellikle bilimin amacı gibi temel tartışmalarla fazlasıyla ilintilidir. Bilim felsefecileri arasındaki genel kanı bilimin, eleştirel bir yöntemle kendini ve birikimini geliştirdiğine yönelik ifadede vücut bulur, fakat Kuhn'un bulmaca çözme etkinliği olan olağan bilim faaliyeti eleştiriye ve yeniliğe kapalıdır. Kuhn'un baktığı taraftan bir bulmacayı çözmedeki başarısızlık, paradigmanın yetersizliğinden daha çok, bilim insanlarının yetersizliğini ifade eder. Çözüm karşısında direnç gösteren bulmacalar ise paradigmanın hatalı veya çözümsüz olduğundan ziyade, *anomali*ler taşıdığının işaretidir.[63] Dolayısıyla bu yorum keskin bir tavır sergileyerek bir paradigmayı terk etmeyi anlamsız kılar. Bilim insanı bu durumda, paradigmaya bağlı kalarak karşılaştığı anomalileri çözmeye, onların üstesinden gelmeye çalışmalıdır. Aslına bakılırsa bu yaklaşım ile bilim insanı, alet kullanan bir ustanın durumuyla tasvir edilebilir. Örnek vermek gerekirse; bilim insanı problemini çözerken herhangi bir sorunla karşılaşırsa ve bu yüzden de paradigmayı sorumlu tutarsa, onun yaptığı, işi esnasındaki hatalarından aletlerini

[63] Alan Chalmers, *Bilim Dedikleri*, s. 142.

suçlayan marangozun konumu gibidir.[64] Bu nedenle bilim insanın yapması gereken doğrultusunu değiştirmeden, paradigmanın ona sunduğu sorunlarla ilgilenmelidir.

Paradigmaya bağlılığı yüksek bir ahlaki ödev gibi görüp, bunu bilim insanının sırtına yükleyen Kuhn, kendi yaklaşımının bu açıdan Popper'ın tezlerindeki bazı noktalarla da koşutluk gösterdiğini iddia eder. Hâlbuki bu yorumuyla Kuhn, ciddi bir yanılgı içindedir, çünkü her iki filozofun da bilim noktasında yaklaşımları tamamen farklıdır. Kuhn açısından herhangi bir paradigmaya bağlı iken, Popperci anlamda sınamanın yani yanlışlanabilirliğin olmadığı olağan bilim gerçek bilimdir, ama buna rağmen paradigmanın sınanmaya başladığı, olağan-dışı bilim ise anormaldir ve ona gerçek bilim denilemez. Kuhn, Popper ile sınır çekme ölçütleri noktasındaki görüşlerinin önemli manada çakışmasının sebebi olarak bulmaca çözme ile sınamanın mukayesesi olarak görmektedir, ama sınır çizgilerinin çakışması, bu konuda mutabık oldukları anlamına gelmemektedir, çünkü her iki filozofun böldükleri alanlar tamamen farklıdır. Kuhn için gerçekten bilimsel olan alan, Popper için; Popper için bilimsel olan alan ise Kuhn için bilim değildir.[65] Dolayısıyla Kuhn'un sınır-çekme ölçütü noktasında Popper'in tezlerini yanlış yorumladığı ya da bir kafa karışıklığı içinde olduğu iddia edilebilir. Kuhn üzerine eleştirilerini sunarken Popper da bu detaya vurgu yapar. Kuhn'un betimlediği bilimin gerçekten de var olduğunu ifade eden Popper; bilim tarihçilerin bu konuda mutlaka inceleme yapmalarının önemini vurgular. Ancak esas sorunun Kuhn'un olağan bilim diye tasvir ettiği dönemden rahatsızlık duymadığını, ama buna rağmen kendisinin ise rahatsızlık duyduğunu hatta tehlikeli gördüğünü ifade eder ve Kuhn'un ifade ettiği olağan bilim insanına üzülmek gerektiğini vurgular.[66]

Popper başta olmak üzere birçok bilim felsefecisinin Kuhn'un görüşleri ile çatışmasının temelinde "gelenek" kavramının taşıyıcı rolüne biçilen değer gösterilebilir. Mantıkçı pozitivistlere muhalif bir tavır olarak duyu verileri ile yanlışlanabilirlik ilkesini öne çıkaran Popper ve çevresindeki düşünürler, kuramların sıkı bir denetime tabi tutarak, yanlışlanmaya çalışılması gerektiğini iddia ederler. Buna rağmen tarihsel okumalar bize göstermiştir ki; bilim insanları çalışmaları

[64] Chalmers, *a.g.e.*, s. 145.
[65] John Watkins, "*'Olağan Bilim'e Karşı*", s. 42-43.
[66] Karl Popper, "*Olağan Bilim ve Tehlikeleri*", şu kitapta: *Eleştiri ve Bilginin Gelişmesi*, ", Hazırlayanlar: Imre Lakatos–Alan Musgrave, s. 72.

esnasında sürekli aykırı örneklere rastlar ve bu örneklerden sonra yeni kuramlar ortaya atmaktan ziyade, bu örnekleri kuramla perçinleyecek kavramsal bir dil[67] oluştururlar. Bu tür çelişkileri açıklamak için gelenek kavramı kurtarıcı bir vazife görebilir. Dolayısıyla hem mantıkçı pozitivistler hem de Popperciler için temel sorun bilimsel bir geleneğin çalışmalar esnasında büyük önemini yakalayamamak olmuştur. Hâkim bir kuram ile onun savunucuları arasında oluşan bu gelenek ise zaman içerisinde bir takım gelişmelerin ortaya çıkması ile çözülmeye başlar.

1.3. Anomaliler ve Bunalım

Olağan bilimsel etkinlik esnasında bir paradigmanın kabul edilmesiyle birlikte, ortaya konulan yeni kuramlar alan içinde tutarlılığı sağlayan ölçütlerde işlevsel bir hal alır. Buradaki temel motivasyon, paradigmanın sorulacak her tarz soruya birtakım cevap verme potansiyelinde yatar. Hatta zaman içerisinde mevcut bir paradigma, etrafında toplanan bilim insanlarının soracağı soruları bile belirleyen bir ölçüt olarak karşımıza dikilir. Buna rağmen olağan araştırma niyetiyle tasarlanmış bir araç, kendisinden beklenmeyecek bir tarzda iş görmeyerek, tüm detaylı soruşturmalara karşın beklentilerin dışında bir garipliğin ortaya çıkmasına neden olabilir.[68] Fakat bilimsel topluluğun içerisinde paradigmanın hakimiyetin o denli büyüktür ki, ortaya konan iddialar mevcut topluluk tarafından ya göz ardı edilir ya da paradigma içinde, soruna karşı başka açıklamalar hemen üretilmeye başlar. Açıklanmaya çalışılan bu aykırı sonuçların çoğu, olağan bilimin kendi iç dinamikleri vesileyle ortadan kaldırılabilir ve hatta paradigma üzerine gelişmiş yorumlar yapılınca bilmece olmaları sona erebilir.[69] Yine de bazı inatçı aykırılıkların bir kısmı önemli bir direnç gösterir ve dikkatleri üzerine çekmeyi başarır. İşte bu şekilde paradigma içerisinde çeşitli teşebbüslerle açıklanamayan ve mevcut tüm bilinenler ile çelişkili bir durum ortaya çıkaran bulgulara *anomali*[70]adı verilir. Bir anomalinin

---

[67] Ad hoc açıklamalar

[68] Thomas S. Kuhn, *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*, s. 74.

[69] Quentin Skinner, *Çağdaş Temel Kuramlar*, s. 96.

[70] Anomali kavramı, Durkheim'cı sosyolojinin ünlü anomi(anomy) kavramına bakılarak daha iyi anlaşılabilir. Anomi, kanunsuzluk, kanun tanımazlık; normsuzluk veya kanunsuzluk durumu demektir. Sosyolojideki anlamıyla anomi, toplumsal etkileşimi düzenleyen normların çöküşüyle karakterize olan toplumsal durum demektir. Barry Barnes, *T.S. Kuhn ve Sosyal Bilimler* s. 20. Anomi kavramının daha detaylı bir analizi için Bknz. Emily Durkheim, *İntihar*, çev. Z. Zühre İlkgelen, Feniks Kitap, 2013, s.IX-LI. ve s.326-377. Tüm bunlar göz önünde tutulduğunda Kuhn'un "anomali" kavramı kullanması tesadüfi değildir. Kuhn böylece "anomali" kavramının altında kendi paradigma yorumunun sosyolojik

ciddiyeti, onun ortadan kaldırılması için yapılan teşebbüsler karşısındaki direnme gücü ile ölçülebilir.[71]

Bilim tarihinde çeşitli anomali örneklerine sık sık rastlanılır. Aristoteles, kozmolojik görüşlerinde evreni Ay altı ve Ay üstü olarak ikiye bölüp, Ay üstü âlemde mükemmel cisimlerin var olduğu iddiasını dile getirmiştir. Galileo'nun teleskobu ile Ay üzerindeki lekeleri tespit etmesi, Aristoteles kozmolojisi düşünüldüğünde ciddi bir anomalinin tezahürü olarak kabul edilebilir. Bir başka örnek de matematikteki sayı kuramının tarihsel gelişiminden verilebilir. Pythagorasçılar, iki uzunluğun birbirlerine oranlarının her zaman rasyonel sayı[72] biçiminde ifade edilebileceğine inancındaydılar. Fakat bir karenin köşegen uzunluğunun, karenin kenarına oranının rasyonel sayı şeklinde ortaya konamayacağını ortaya çıktığında[73], sayı kuramı tarihi açısından ilk anomalinin belirdiği iddia edilebilir. Buradan bakıldığında bir paradigma içinde anomalilerin ortaya çıkmasını sağlayan bazı sebepler olduğu ileri sürülebilir. Galileo örneğinde değindiğimiz teleskop gibi yeni araçların keşfi bunlardan biridir. Bir diğeri ise mesleğe yeni dâhil olmuş ve yeni paradigmanın kurallarını henüz benimseyememiş genç araştırmacıların çalışmalarıdır. Bu genç araştırmacılar paradigmanın onlara dayatacağı dünyayı algılama biçimlerini öğrenemedikleri için farklı tarzlarda algılama biçimlerine sahip olacaklar ve bununla beraber metodolojik anlamda çeşitli alternatifler üreterek aykırı sonuçlara ulaşma potansiyeline erişeceklerdir.

Anomalilerin ya da çeşitli tutarsızlıkların belirmesi, kuram veya aygıtın bazı ayarlamalardan geçirilmesi ile ortadan kaldırılabilir; çünkü sürekli çabalara karşı uzun müddet ayakta kalabilen aykırılık çok az olacaktır.[74] Buna rağmen paradigma içinde yer edinmiş ve ilk etapta farklı cevaplarla üzerinde pek durulmamış anomali örnekleri de vardır. Ses hızı ve Merkür gezegeninin yörüngesinin Güneşe en yakın konumundan gözlemlenen ileri doğru hareket, gündeme geldikleri andan itibaren bir

---

muhtevasını imler. *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*'nda Kuhn ayrıca aykırılık ve anomali arasında sürekli bir koşutluk kurar.

[71] Alan Chalmers, *Bilim Dedikleri,* s. 146.

[72] Rasyonel sayılar ya da oranlı sayılar, a/b şeklinde yazılabilen herhangi iki tam sayının birbirine oranı ile ifade edilebilen sayı kümesine verilen addır. Daha fala detay için bknz: Zeki Tez, *Matematiğin Kültürel Tarihi,* Doruk Yayımcılık, İstanbul, 2011, s. 25 ve devamı.

[73] Zeki Tez, *Matematiğin Kültürel Tarihi*, Doruk Yayımcılık, İstanbul, 2011, s. 25-26.

[74] Thomas S. Kuhn, "*Modern Fizik Biliminde Ölçümün İşlevi*", Şu kitapta: Thomas S. Kuhn, *Asal Gerilim*, çev. Yakup Şahan, Kabalcı Yayınevi, İstanbul, 1994, s. 248.

şekilde açıklanmış olsa da, bir buçuk asır boyunca bilinen anomaliler olarak bilim literatüründe kalmış bulunan sorunlardır.[75] Bu şekilde paradigma içinde yuva yapmış anomalilerin dışında, paradigma içinde çözüm arayışlarına direnip ayakta kalabilen anomalilerin farkına varmak ise paradigma içinde bilimsel ilerlemenin gerçekleşmesi için stratejik bir öneme sahiptir. Burada ilerlemeden bahsetmemizi sağlayan temel kavramlardan biri olan "keşif" aşamasını gelmiş olunur. Kuhn, keşif ile anomaliler arasında yakın bir ilişki kurarak, iddialarını bu bağlam üzerinden kurmaya başlar. Keşif, ona göre bir aykırılığın fark edilmesi ile başlar, yani doğanın, olağan bilim etkinliğini yöneten paradigma merkezli çalışmalar karşısındaki beklentilere farklı şekillerde cevaplar vermesi sonucu ortaya çıkar.[76] Oksijenin keşfi örneğinden hareketle Kuhn, bu yeni görüngenin açıklanması için yeni bir söz dağarcığı ve yeni kavramlara ihtiyaç duyulduğunu, çünkü bu tarz beklenilmeyen gelişmelerin, paradigmadan alışkın olduğumuz basit bir görme edimiyle benzerlik kurularak açıklanamayacağı imasında bulunur.[77] Eğer herhangi keşif sıradan bir görme ya da olağan bir bulgulama olarak anlaşılırsa; onun hem paradigma içindeki bir aykırılığın yansıması olduğu, hem de bilim tarihi yazımındaki mahiyetinin kavranamayacağı düşünülebilir.

Anomali kavramının yakın bir ilişki içinde olduğu bir diğer kavram *bunalım* kavramıdır. Anomalilerin mevcut paradigma içinde çözümsüz olarak kalmaları ya da tatmin edici şekilde açıklanamamaları; onların paradigmanın içinde birikmelerine ve paradigmanın savunucuları arasında huzursuzlukların başlamasına sebep olur. Kuhn böylesi sıkıntıların yaşanmaya başlandığı bir dönemde bir mesleki güvensizlik ortamının baş göstermeye başladığını iddia eder. Söz konusu belirsizlik hali olağan bilim etkinliği boyunca ele alınan bulmacaların tahmin edilen sonuçlara sürekli olarak direnç göstermelerinden kaynaklanır. Bu var olan kuralların başarısızlığı ve yeni kuralların bulunması için bir geçiş dönemini başlatır.[78] Geçiş döneminin tipik özelliklerinden biri, bilim dalının temellerinin sarsıldığı bunalım dönemini esnasında eleştirel söylemin tekrardan vuku bulmasıdır.[79] Dolayısıyla bu, paradigmanın katı kurallarının yumuşamasına ve bu suretle de marjinâl seslerin çıkmasını beraberinde

[75] Thomas S. Kuhn, a.g.m., s. 249.
[76] Thomas S. Kuhn, *Bilimsel Devrimleri Yapısı*, s. 132.
[77] Kuhn, *a.g.e.*, s. 135.
[78] *A.g.e.*, s. 150.
[79] Thomas S. Kuhn, "*Keşif Mantığı mı Araştırma Psikoloji mi*?" *Eleştiri ve Bilginin Gelişmesi*, Hazırlayanlar: Imre Lakatos – Alan Musgrave, s. 14.

getirir. Bilim insanlarının daha özgür hareket ettiği bu dönemlerde, var olan sorunların düğümünü çözmek için bir araç olarak felsefi çözümlemeler daha fazla yapılmaya başlanır.[80]

Buna örnek olarak gerek 17. yüzyılda Newton mekaniği, gerekse 20. yüzyılda görelilik ve kuantum mekaniği ile ilgili çalışmaların ortaya çıkışını hızlandıran etkilerin başında temel bir felsefi çözümlemenin geldiği verilebilir.[81] Ayrıca Galileo'un meşhur düşünce deneyleri ifade etmeye çalıştığımız bu felsefi çözümleme örneklerinden bir diğeridir. Kuhn, bilim tarihinde görülen düşünce deneylerinin herhangi bir araştırmanın ilerlemesinde son derece önemli bir rol oynamasının rastlantıyla açıklanamayacağını ifade eder.[82] Şüpheli görülen her durumun, mevcut kriterlerle çözülemeyen her bunalımın felsefi argümanlarla üstesinden gelinmeye çalışılır. Tüm bunlar olağan araştırmadan, olağan üstü araştırmaya geçişin göstergeleridir. Rakip paradigma uyarlamalarının çoğalması, sorunları çözmek için çare bulma isteği, bir takım bilim insanı tarafından hoşnutsuzluğun yüksek sesle söylenmeye başlanması, felsefe içinde çözüm aramak ya da paradigmanın temel ilkelerini tartışmaya açmak gibi yaklaşımlar olağan üstü araştırmaya geçişin başladığının işaretidir.[83]

Felsefi yorumların dile getirilmesi ile beraber, paradigma içinde farklı toplulukların oluşmaya başladığı görülür. Var olan sorunun büyüklüğü paradigma içinde ortaya çıkan toplulukların birbirleriyle anlaşmalarını zorlaştırır. Bu süreç herhangi bir paradigmanın olmadığı dönemde yaşanan bilimsel araştırma faaliyetlerine büyük bir benzerlik taşır. Özellikler paradigmanın tutucu kurallarını içselleştirmiş bilim insanları ile alana yeni katılmış ve paradigmanın kuralları ile yoğurulmamış genç bilim insanları arasında bunalıma bakış radikal sonuçların çıkmasını sağlayan temel ögelerdendir. Paradigma içinde genç bilim insanlarının mevcut paradigmanın kurallarına yüksek bir bağlılık göstermemeleri ve bunalım dönemlerinde paradigmalara karşı takındıkları tavır, onları yeni paradigma için bir dizi kurallar tasarlamaları açısından ayrıcalıklı bir konuma getirir.[84] Dahası bunalımlarla beraber ortaya çıkan olağan üstü araştırma pratiğinde bu genç bilim

[80] Thomas S. Kuhn, *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*, s. 176.
[81] Kuhn, *a.g.e.*, s. 177.
[82] *A.g.e.*, s. 177.
[83] *A.g.e.*, s. 180.
[84] *A.g.e.*, s. 179-180.

insanları, araştırmanın yönünü de kendilerinin istedikleri yere doğru yönlendirme avantajına sahip olurlar. Kuhn'un bu tespitlerine rağmen bazı çelişik sonuçlara vardığını görmekteyiz. Özellikle Galileo üzerindeki düşünceleri bize bu konuda bazı ipuçları verir.

Kuhn, Galileo'nun tamamen bir Aristocu olarak yetişmediğini ve tersine onun aldığı eğitim ile birlikte, hareketi, momentum olarak bilinen *impetus* kuramı ile incelemeyi öğrendiğini iddia eder.[85] Eğer Galileo, Aristocu olarak yetişmediyse ve onun kuramının içine tam olarak girmediyse, nasıl hâkim paradigmanın kurallarını zayıflatmayı başarıp, o paradigmanın devrilmesini sağlayacak ölçütlere ulaşmıştır? *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*'ndan görüleceği üzere; Kuhn açısından paradigmanın sınanması, sadece önemli bulmacalar bir türlü çözülemeyip, ciddi bunalımlar baş gösterdiği zaman yapılan bir işlemdir.[86] Eğer bir paradigma, dış etkilerle, yani ona bağlılık göstermeyen kimselerin çalışmalarıyla da pekala devrilebiliyorsa, bunalımların ne gibi önemi kalır? Kuhn'un Galileo ve Aristoteles arasındaki ilişkiyi yorumlama biçiminden hareketle; paradigma içindeki bunalımlar devrime giden yolu açmıyorsa, paradigma değişimini betimleyen birden fazla şemanın verilebileceğini söyleyebiliriz. Bununla beraber pek tabi hem paradigma merkezli bunalımlar, hem de paradigma dışı gelişen çalışmalar bir bilimsel devrime giden yolu açabilir. Hatta bununla beraber eğer bunalımların bilimsel devrimler için önemi az görülürse, propaganda yoluyla bile bu değişimlerin gerçekleşebileceği iddia edilebilir. Feyerabend gibi bilim felsefecileri bu yorumun savunucularındandır.[87]

Galileo ve paradigma içinde sorun yaratan bunalımlar üzerine söyledikleri Kuhn'u göreliliğe götürür. Bunun dışında Kuhn'un çelişki yaratan yorumu, Galileo'nun iddialarının Aristoteles'in kuramı karşısında genel bir kabul görmesinin nedeni de açıklayamaz. Galileo'nun başarısının arkasında en azından Aristoteles ile benzer bir metodoloji üzerinde uzlaşması etkili olmuştur. Dikkatle incelendiğinde Galileo'nun, her ne kadar Aristoteles'in kuramına muhalif bir duruş sergilese de,

[85] *A.g.e.*, s. 213.
[86] *A.g.e.*, s. 242.
[87] "Galileo bir doğal yorumun yerine çok farklı ve o zamana kadar en azından kısmen doğal olmayan bir yorum koyuyor... Çünkü Galileo propaganda kullanıyor. Söylemek zorunda olduğu entelektüel nedenler yanında psikolojik hilelerden de yararlanıyor." Bknz. Paul Feyerabend, *Yönteme Karşı*, s. 104-105. Dolayısıyla Kuhn'un Galileo üzerine söyledikleri, onun başarısının arkasında bir propaganda zaferi olduğu iddiaları için bir dayanak olarak görülebilir. Hatta manipülasyon, hile gibi kavramların kullanılmasının önünde bir engel kalmaz.

tepkisini, Aristoteles'in tümevarımsal-tümdengelimsel yöntemi aleyhine yöneltmediğini görürüz. Galileo da tıpkı Aristoteles gibi bilimsel bir araştırmanın, deney verilerinden genel ilkelere ve sonra yine deney verilerine dönen iki aşamalı bir boyut içerdiği noktasında aynı görüşlere sahiptir.[88] Dolayısıyla Kuhn açısından temel sorun; iddiaları arasında sürekli gerilim yaratan ve eksik yönler içeren yorumlarıdır. Onun bilimsel devrimler üzerine söyledikleri bu konudaki düşüncelerimizi daha da berraklaştıracaktır.

1.4. Bilimsel Devrimler

Bir önceki kısımda olağan bilim etkinliği esnasında ortaya çıkan bunalımlar için bilim insanlarının iki farklı yaklaşım sergiledikleri gösterilmeye çalışılmıştır. Bunlardan ilkinde olağan bilim, bunalımı çözmek noktasında bazı kurallarını gevşeterek çeşitli esneklikler gösterir. Fakat olağan bilim, bunalımlar ile karşı karşıya kaldığında, onları çözüme kavuşturamaz, çünkü olağan bilimde eleştirel söylem olmadığı için herhangi bir yenilik bulmak mümkün görünmez. İkincisinde ise ortaya çıkan bunalıma karşısında korkunç bir direnç gösterilir ve bunalım genellikle göremezden gelinir. Yine de bu iki yaklaşımın dışında, bu bölümün de konusu oluşturan üçüncü bir yaklaşım daha vardır. Ortaya çıkan bunalımların paradigma içinde çözülememesi ve genç bilim insanlarının paradigmaya karşı güvensizliklerin artması yeni bir paradigma için çalışmaların başlandığına işaret eder. Olağan bilim döneminden olağan üstü bilim dönemini sembolize eden bu değişim hareketi mevcut bilim içindeki tüm kuralları sarsacak bir dönemin habercisi konumundadır. Burada gevşeyen kurallar ancak yeni bir paradigmaya geçiş için ön hazırlık dönemini imgeler.

Olağan bilim etkinliği, bunalımları yorumlamak başta olmak üzere birçok yöntem kullanmasına rağmen çözemez ve bu bunalımların son bulması kalıp değiştirmeye benzer, oldukça ani ve değişmez bir dizi olayın yan yana gelmesiyle mümkün olur. Bu gibi durumlarda bilim insanları gözlerinin birden açılmasını veya şimşek çakması ile o zamana kadar karanlıkta kalmış bir bulmacanın belirmesinden söz ederler.[89] Yeni bir bulmacanın görünür kılınması ile var olan sorunların çözümü

[88] John Loose, *Bilim Felsefesine Tarihsel Bir Giriş,* çev. Elif Derviş, Dost Kitabevi, Ankara, 2012, s. 68.
[89] Thomas S. Kuhn, *Bilimsel Devrimlerinin Yapısı*, s. 216.

üzerine teorik bir çerçeve hazırlanmaya başlanır ve alan içindeki dönüşüm hız kazanır. Bu suretle kabul edilebilir sorunlar, onlar üzerine geliştirilen çözümler ve kavramları belirleyen ölçütlerde meydana gelen değişikliklerin bir bilim dalının tamamını dönüştürmeye başladığını gözlemleriz.[90] Bu dönüşümün tamamlanması ile beraber ortaya yeni bir paradigma çıkar ve bu yeni paradigma eski paradigmayı devirerek, onu atıl duruma getirir. Kuhn'un bu dönüşüm hareketinin tamamlanmasından sonra yeni bir paradigmanın ortaya çıkması ile betimlediği süreci *bilimsel devrimler* olarak adlandırır. En genel anlamıyla bilimsel devrimler birikimci olmayan ama gelişme potansiyeline sahip bir sürecin parçaları olarak kabul edilir ve bu devrimlerin en önemli özelliklerinden birisi de eski paradigmanın yerini, onunla bağdaşmayan bir yenisinin almasıyla sonuçlanmasıdır.[91]

Kuhn'un bilimlerdeki değişim şemasını "devrim" kavramıyla açıklamasının arkasında; bilimsel devrimler ile siyasi devrimler arasında kurduğu yakın ilişkide yatar. Ona göre, politik devrimler amaç olarak siyasi kurumları, yine bu kurumların yasaklamış olduğu yollardan değiştirmektir. Yani devrimin başarılı olması için bir dizi kurumdan yenilerine geçişin zorunlu olmasında gerekir ve bu devrim esnasında arada, toplumun hiçbir kurum tarafından yönetilmediği bir geçiş dönemi yaşanır. Siyasi devrimlerdeki meydana geldiği gibi, paradigma değişikliklerinde de ilgili topluluğun onayından başka hiçbir ölçüt yoktur. Bu yüzden de doğanın ve mantığın etkileriyle yetinmeyip, ilgili bilim topluluğunu oluşturan çevresel faktörleri de hesaba katmak gerekir.[92] Siyasi devrimler ile bilimsel devrimler arasında kurulmaya çalışan bu ilişki; bunun, zorlama bir betimleme olduğu izlenimini doğurur. Bir siyasi devrim politik, ekonomik, sosyal ve kültürel birçok yönde köklü bir değişiklik yaşanmasına sebep olabilme potansiyeline sahipken, bilimsel devrimler bu denli kapsamlı dönüşümleri her zaman gerçekleştiremez.[93] Bilim insanları en azından

[90] Kuhn, *a.g.e.*, s. 198.
[91] *A.g.e.*, s. 181.
[92] *A.g.e.*, s. 182-184.
[93] Siyasi devrimler ve bilimsel devrimler arasında kurulan bu analoji birbirlerini her zaman kuşatamaz. Çünkü her siyasi devrimden sonra yeni ve topluluğun onayını tam olarak alamayan bir siyasi yapının ortaya çıkabildiği tarihsel verilerle gösterilebilir. 1871'de Fransa'nın, Almanya'ya yenilmesinden sonra Fransız proleterlerin isyanı bir devrim meydana getirmiş ve bu devrimde onlar sonrasında proleter bir diktatörlük kurmuşlardır. Bknz. Karl Marx, *Fransa'da İç savaş*, çev. Kenan Somer, Sol Yayınları, Ankara, 2012 s, 7-21. Tarihe "Paris Komünü" adıyla geçen bir yönetim sadece 73 gün ayakta kalabilmiş ve akabinde burjuva güçlerinin silahlı müdahalesi sonucu ayakta kalamamıştır. Bu tarihsel gerçeklikten hareketle yapılan her siyasi devrimin bir diğerine alternatif oluşturamadığı ve kısa sürede cereyan eden sürekli devrimlerin olduğu görülebilir. Ayrıca Kuhn'un siyasi devrimlerle

bilimsel amaçlar ve kullandıkları aletler bakımından bazı benzer yönlere sahiptirler. Bunun en tipik örneği onların evrensel kanunları aramak noktalarındaki eğilimlerinde görmekteyiz. Newton'un çekim kanununu bulması, onun en büyük amaçlarından biri olan, evrenin işleyişini tek bir kanunla açıklama hayalinin gerçekleşmesini sağlamıştır. Newton'da yüzyıllar sonra yaşayan Einstein'ın da benzer bir amaca sahip olduğu görülür. Einstein'ın ömrünün son yirmi beş yılında kurmaya çaba harcadığı birleşik alanlar teorisi bu yönde atılmış ciddi bir çabadır. Einstein'ın amacı; birkaç temel ilkeden fiziğin tüm yasalarını çıkarmak ve dağınık haldeki tüm fiziksel kuvvetleri bağlayan evrensel bir teori inşa olarak görülebilir. Böylelikle o, deterministlerin de en büyük hayallerinden biri olan; bilinen olgulardan hareketle, henüz bilinmeyen olguları ve doğa kuvvetlerinin de ortaya çıkartılmasını sağlayan bir teoriyi kurmayı amaçlamıştır.[94]

Dahası en azından amaçlar noktasında benzerliklere sahip olan bilim insanlarının aksine, siyasi devrimleri gerçekleştirme potansiyeline sahip olanlar açısından hiçbir ortak payda yoktur. Bir Marksist için mülkiyetin ortadan kalktığı, sınıfsız ve homojen bir toplum yapısına dayanan bir devrim yapma temel saik iken, bir kapitalist için üretim araçlarının özel mülkiyetinin tesis edildiği ve kâr amacı güden kurumlara dayanan bir sistem kurmak temel hedeftir. Dolayısıyla siyasi devrim ile bilimsel devrimler arasında kurulmaya çalışılan paralellik sorunlu bir yapıdadır.

Kuhn'un bilimsel devrimler üzerine söyledikleri birçok açıdan değerlendirilmeye alınabilir. Bu değerlendirme sonucunda ise Kuhn'un söyleminin bazı noktalarda sorunlu yapısı hemen karşımıza dikilir. Kuhn, bunalımların artması veya azalmasından ziyade; bir bilimsel topluluğun yaşamında ani ve geniş çaplı kopukluklar gibi gözüken bir değişim yoluyla bilimsel devrimlere geçişi betimler. Ona göre yeni bir paradigmanın kabulü adeta tersine çevrilemez bir geştalt

---

ilgili bahsettiği bir geçiş dönemi, Paris komününü örneği ile gerçeklikten uzak bir yaklaşım olarak karşımıza çıkar. İktidar boşluk kabul etmez. Onun boşluğunda bir yenisi ile hemen idame ettirilir. 73 günlük bu deneyimi bir geçiş süreci olarak değerlendirecek olursak, Kuhn'un ifade ettiği gibi bir boşluğun olmadığı da görülür. Ayrıca bir devrim sonucunda ortaya çıkan herhangi bir yapının, önceki yapı ile ne kadar kökten bir değişiklik gösterdiği tartışmalı bir konudur. Detaylı bir analiz için Bknz. *Tepeden İnmeci Devrimler*, Ellen Kay Trimberger, Gelenek Yayıncılık, Çev. Fatih Uslu, Gelenek Yayıncılık, İstanbul, 2003.

[94] Cemal Yıldırım, *Bilim Felsefesi*, Remzi Kitabevi, İstanbul, 2016, s. 210.

dönüşümüdür.[95] Kuhn'un analizi, bilimsel değişimi rasyonel olmayan veya irrasyonel bir sürece kaçınılmaz olarak dönüştürür.[96] Eleştirmenleri tarafından görelilik ve irrasyonellik kavramlarıyla yüklenilen Kuhn, "yafta" olarak nitelendirdiği bu iddiaları kesin bir şekilde reddeder ve kendisinin yanlış anlaşıldığını savunarak bir kuramın diğerine tercih edilmesini sağlayacak iyi sebepler olmadığını öne sürer.[97] Tüm bu tartışmalara rağmen Kuhn, özellikle bunalımların hangi raddede bir geştalt değişime yol açacağını tam olarak ifade edemez. Yani ani bir değişime neyin sebep olduğunu ve görme açılarındaki dönüşümün nedenini tam olarak ifade edemez. Dahası bu yorum; görme kalıplarında herhangi değişim meydana gelmezse, bilimsel ilerleme diye bir kavramdan söz dahi edemeyeceğimiz bir görüntüyü oluşturur. Bunun dışında eldeki sonuçlar her bunalımın teori içindeki karşılığının bir olmadığı yönündedir. Kimi bunalımlar – oksijenin keşfi ve Darwin teorisindeki doğal seleksiyon gibi- ilgili bilim dalı içinde çok büyük bir sorun olarak algılanabilirken, kimi bunalımlar ise –gezegen yörüngelerinin geometrik şekli gibi- çok büyük sorunlar olarak algılanmaz. Burada bunalımın büyüklüğünü belirleyenin esas olarak ortaya atılan yeni bir iddianın mevcut kuramın merkezine yönelik bir söylemi hedef almasıdır. Bu suretle bunalımlar arasında bir derece farkı olduğunu ve buna bağlı olarak bir kuramın merkezine yönelik iddialarla gelişen bunalımın kuram değişikliğine giden yolu açtığını söyleyebiliriz.

Tüm bunlara ek olarak Kuhn için teori içinde ciddi sorunlar oluşturan bunalımlarla beraber değişim meydana gelirken, bunalımın ilgili alan içindeki derinliği ve sarsıntısından ziyade, bilim insanların görme kalıplarındaki değişimine vurgu yapar. Ani, çok çabuk ve mantıkla açıklanamayan bu değişim süreci Kuhn'u psikolojizme kaydırır. Peki, bu geştalt değişim hiçbir zaman meydana gelmez ise ne olur? Yüzlerce yıl yanlış olduğu düşünülen bir teorinin bile bile izinden mi gidilir? Kuhn, bu tarz sorularla ilgilenmez; çünkü o, bir şekilde bu geştalt değişiminin olacağına yönelik derin bir kişisel inanca sahiptir. Ama aykırı örnekler olarak değerlendirilen yeni görüngelerle beraber *ad hoc* açıklamalar yüzyıllarca bu geştalt değişimi geciktirebilir, ama yukarıda da ifade ettiğimiz üzere bir kuramın

[95] Larry Laudan, *Science and Values*: *The Aims of Science and Their Role in Scientific Debate*, Berkeley: University of California Press 1984, s. 71.
[96] Larry Laudan, *Science and Values: The Aims of Science and Their Role in Scientific Debate*, s. 71.
[97]Thomas S. Kuhn, "Eleştiriler Üzerine Düşüncelerim", *şu kitapta: Eleştiri ve Bilginin Gelişmesi*, Hazırlayanlar: Imre Lakatos–Alan Musgrave s. 292.

merkezinde ortaya çıkan bir bunalım, bilimsel devrimler için gerekli olan geştalt değimine sebep olabilir. Galileo'nun teleskopu ile Dünya üzerinde yaptığı gözlemler şaşırtıcı sonuçlar vermiş ve büyük bir övgüyle karşılanmıştı. Fakat bu muazzam alet ile gökler üzerine yapılan gözlemler en temel deneyimlerimizi bile sarsan birtakım görüngüleri ortaya çıkarmıştır. Bu yeni görüngüler var olan optik kuramının da merkezine karşı yöneltmiş ciddi bir bunalım olarak görülebilir. Bu bunalım ise, optik alanında teleskopla görmeye yönelik yeni bir kuram ortaya atan Kepler tarafından çözülmüştür.[98] Bilim tarihi, bir kuramın merkezine ya da temel noktalarına yönelik ortaya atılan yeni iddiaların; büyük bunalımlara ve hatta yeni kuramların oluşmasına sebep olduğuna dair fazlasıyla örneğe sahiptir.

Aynı zamanda Kuhn açısından olağan-üstü bir bilim dönemi ile meydana gelebilen paradigma değişimi, bilim tarihi açısından gayet olağan ve olması gereken bir olaydır. Bilim tarihinde hiçbir değişikliğe uğramayan ya da evrensel olarak kabul edilen hiçbir teori yoktur. Evrensel niteliğe sahip olduğu düşünülen Newton'un çekim yasasının bile geçen yüzyılın ilk çeyreğinde Merkür gezegenindeki sapma ve bilhassa yörüngesinin Güneşe en yakın noktadaki gerilmesi, bu teorinin evrensel geçerlilikte olmadığını göstermiştir.[99] Ontolojik açıdan bakıldığında bir teorinin kuruluşu zaten belli sınırlara sahiptir ki; bu da bilimdeki yeni çalışmalar için itici bir güç oluşturur. Bununla beraber geliştirilen aletler, hassas ölçüm araçları ve keşfedilen yeni fenomenler, eldeki teorinin sınırlarını aşar ve yeni bir teorinin tesisi için olanakları sağlar. Dolayısıyla en temel kuramların bile mutlaka değişebileceği ön kabulüne sahipken, Kuhn'un psikolojizme kayan görüşlerini bu noktada desteklememizi sağlayan hiçbir ölçüt yoktur.

Kuhn'un bir diğer yanılgısı ise çözüme direnen her bulmacadan sonra bilim insanlarının bir geştalt değimi ile yeni bir kurama geçişini sağlayan süreç ile ilgili kısır görüşlerinde yatar. Bir bilim alanında böylesi derin bir bunalım her zaman bilimsel bir devrimle sonuçlanmaz. Bazen uyumlu geçişler olabilir. Bu konuya örnek olarak, 1900 ve 1925 arasında kuantum teorisindeki "devrim"in, Max Planc ve daha sonra Niels Bohr ve diğerleri tarafından, Kuhn'un planladığı gibi kargaşadan kaynaklı bir devrim karakteri ve bir anomalinin normalleşmesi olmaksızın bir

[98] Paul Feyerabend, *Yönteme Karşı*, s. 146.
[99] Cemal Yıldırım, *Bilim Felsefesi*, s. 208.

paradigmadan diğerine barışçıl ve evrimsel olduğunu iddia ettiklerini söylemeleri verilebilir.[100] Dolayısıyla burada Kuhn'un söylediğinin aksine göreliliğin ortaya çıkmasına neden olan bir devrimin karakterinin ve statüsünün fizik üzerinde değil, fakat genel olarak felsefe için büyük önem nesneleri haline gelen uzay ve zaman kavramları üzerindeki etkisi olduğunu söyleyebiliriz.[101]

Bilim tarihindeki kim bunalımlar ise bazen alan içinde kırılmalara ve yeni bilimsel alanların gelişimine sebep olabilir. Elektromanyetizma tarihi bunun tipik kanıtlarından biridir. Elektrik ve manyetizma alanlarının kendi içlerindeki gelişimi ve sonrasında yaşanılan bunalımlar bu alanlarının aslında birbirleriyle çok yakın akraba olduklarını ortaya koyan elektromanyetizma teorisine giden yolu açmıştır. Dolayısıyla Kuhn'un öngörüsü yeni bilimsel alanların ortaya çıkışı noktasında bize pek bir şey söylemez. Kuhn'un betimlemesi mevcut alan içinde mutlaka bir devrim gerçekleşeceği ve sonrasında yeni bir paradigmanın belirlenmesini sağlayan geçiş dönemini anlatmaktan ibarettir. Burada yeni paradigma ile eski paradigma arasındaki değerlendirme ölçütleri; bizi, bir diğer Kuhncu kavram olan eş-ölçülmezlik veya kıyaslanamazlık sorununa götürür.

1.5. Eş – Ölçülmezlik(Kıyaslanamazlık) Sorunu

Eş-ölçülmezlik terimi, büyüklükler arasında hiçbir değerlendirme ölçütü olmadığı anlamına gelen ve kökenleri Eski Yunan matematiğine dayana "hiçbir ortak ölçü yok" anlamına gelir. Bu gibi karşılanamaz ilişkiler matematikte irrasyonel sayılarla temsil edilir. Bu matematiksel kavramının özellikle ardışık bilimsel teoriler arasındaki ilişkiye metaforik olarak uygulanması, Kuhn ve Feyerabend tarafından başlatılmış ve sonrasında kavram popülerleştirildikten sonra ciddi tartışmaların başlatıcısı olmuştur.[102] Eş-ölçülmezlik kavramı kullanılış itibariyle bilimsel devrimler ile yakın bir ilişki içindedir. Bu yakın ilişki bir öncelik-sonralık temeli ile vücut bulur. En genel anlamıyla Kuhncu eş-ölçülmezlik; bir bilimsel devrim sonucu ortaya çıkan yeni olağan bilim geleneği ile devrim öncesi geleneğin birbirleriyle hiçbir şekilde bağdaşmadıkları gibi, ortak bir ölçüye de vurulamayacağı yorumuna

[100] Salomon Bochner," *Revolutions in Physics and Crises in Mathematics",* Science, New Series, Vol. 141, No. 3579 (Aug. 2, 1963), s. 409.
[101] Salomon Bochner, *a.g.m.*, s. 409.
[102]Eric Oberheim ve Paul Hoyningen-Huene, *The Incommensurability of Scientific Theories*. The Stanford Encyclopedia of Philosophy http://plato.stanford.edu/archives/spr2013/entries/incommensurability/, (17.10.2018)

dayanır.[103] Bunun sebebi olarak devrimden sonra rakip paradigmaların savunucularının çoğu kez paradigma adayı olacak görüşün hangi sorunları çözmesi gerektiği konusunda anlaşamamalarıdır. Kuhn açısından bu iki kutbun bilim kıstasları veya bilim tanımları bile aynı değildir.[104] Dolayısıyla bir paradigmanın daha en baştan kendine özgü kurallar ve tanımlarla gelişmesi, sonraki aşamada evreni dolduran tüm nesneler ve bu nesnelerin özellikleri üzerine farklı bilgiler vermeye başlamasını sağlar.[105] Atom, ısı, ışık, enerji, hareket vb. kavramlar farklı bağlamlara göndermede bulunur.

Kuhn, yorumunu gerekçelendirmek için bilim tarihinden örnekler de vermeye koyulur. Ona göre, Einstein'ın kuramındaki önermelerde geçen uzay, yer, zaman ve durma yeri gibi kavramlar Newton'un kuramındaki önermelerde de sıklıkla kullanır. Ama adı geçen kavramların değindikleri fiziksel gerçeklikler her iki kuramda aynı değildir. Hangi kuramı benimseyeceğimize paralel olarak, bu kavramların zihnimizde çağrıştırdığı anlamlar farklı olacaklardır. Örneğin, Newton'un kuramında değişmez, sabit bir nicelik olan kitle, Einstein'ın kuramında her zaman enerjiye dönüştürülebilir.[106] Peki, aynı kavramların farklı kuramlarda keskin bir değişime uğramaları; bir dönüşümün göstergesi midir, yoksa başka bir anlama mı gelmektedir?

Kuhn, değişimin basit bir dönüşümden ziyade kuramların farklı temeller üzerine inşa edilmesinden geldiğini ve bunun da kuramların bağdaşmazlığının bir sebebi olarak sunar. Ama Kuhn bu tespitlerini dışında hiçbir şekilde eş ölçüye vurulamayan adı geçen kuramlar arasında, örneğin, Einstein'ınkini kabul etmek için Newton'un kuramının yanlış sayılması geldiğini söyler.[107] Ancak burada fiziksel açıdan, özellikle de evrendeki hareket konusunda ciddi hatalar olduğunu ifade etmek gerekir. Rölatistik tarzda ifade etmek gerekirse; klasik mekaniğin hareket eden cisimler üzerinde iş gördüğü ifade edilebilir. Bu yüzden o, yalnızca bu tür cisimlere uygulanabilir ve çeşitli tahminlerde bulunabilir. Bu da klasik mekaniğin doğru bir teori olduğunun işaretidir. Hızlı hareket eden cisimler üzerinde başarısız olması, onun kapsamının sınırlı olduğunu, dolayısıyla yanlış bir teori olmadığını gösterir.[108]

---

[103] Thomas S. Kuhn, *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*, s. 195.
[104] Kuhn, *a.g.e.*, s. 246.
[105] *A.g.e.*, s. 194.
[106] *A.g.e.*, s. 192-193.
[107] *A.g.e.*, s. 188.
[108] Barry Barnes, *T.S. Kuhn ve Sosyal Bilimler*, s. 56.

Bu gerçekliği atlayarak bir teoriyi doğru veya yanlış ilan etmek keyfi bir ön kabuldür. Sonuç olarak fiziksel anlamda böyle bir gerçeklik varken, sırf eş-ölçüye vurulamıyorlar diye Newton kuramını reddetmek hatadır. Buradaki bir diğer sıkıntı, Kuhn'un fiziksel bir gerçeği yanlış yorumlamasıyla beraber, kendi felsefi iddiaları açısından da bir çelişki yaratmasıdır. Eğer Kuhn'un dediği gibi; Einstein'ın kuramı ile Newton'un kuramı eş-ölçüye tabi tutulamazsa, bunların doğru veya yanlış olduğunu neye göre belirleyebiliriz? Bilindiği üzere Kuhn, hem paradigmaları değerlendirecek paradigma-üstü, aşkın ölçütler olmadığını, hem de bu iki kuramın karşılaştırılamayacağını ifade eder. Ama herhangi bir kuramın doğru, diğerinin yanlış olarak ilan edilmesi, açıkça bu iki kuram arasında bir karşılaştırma yapılması sonucuyla gösterilebilir. Doğruluk – yanlışlık yorumu ile eş-ölçülmezlik kavramı burada bir gerginlik yaratır. Kuhn'un iki kuramın doğruluğu ve yanlışlığı üzerine değerlendirme yapabilmesi eş-ölçülmezlik kavramını mantıken çürütür. İki kuramın doğruluğu veya yanlışlığı kesinkes bir karşılaştırma yapılabilmeyi beraberinde getirir.

Yukarıdakine benzer bir çelişki bir başka yerde daha karşımıza çıkar. Kuhn'a göre, herhangi bir anomaliyi ortaya koymuş paradigma ile sonrasında bu anomaliyi kural haline getirmiş paradigma arasında bir zıtlık olması kaçınılmazdır.[109] Aynı çelişki burada da baş gösterir. Eğer iki paradigma hiçbir şekilde eş-ölçüye vurulamıyorsa, ancak bir karşılaştırmanın sonucu olarak ortaya çıkabilecek olan "zıtlık" ilişkisini Kuhn neye dayanarak geliştirir? Ayrıca bir paradigma için anomali olan bir durum, diğerinde kural haline gelebiliyorsa; bu, iki paradigmanın karşılaştırılabileceğinin nişanesi olarak karşımıza çıkar. Bu, biri için anomali olan bir durumun, diğeri için kural haline gelebileceği bir karşılaştırmadır. Kaldı ki, Kuhn'un eş-ölçülmezlik kavramının kendisi bile mantıksal açıdan kusurludur.[110] Eğer iki paradigma eş-ölçüye vurulamazsa, bu iki paradigmanın eş-ölçüye vurulamadığı nasıl belirlenebilir? Burada ya kişisel inançlar paradigmaların eş-ölçüye vurulamadığının göstergesi olabilir, ya da paradigma-üstü, aşkın kurallar bu değerlendirmeyi yapacak ölçütler olabilir. Bunların her ikisi Kuhn'u –kendisi kesinkes reddetse de- göreliliğe götürür. Kuhn'un eş-ölçülmezlik kavramının bilimsel devrimler ile olan ilişkisine gelince, bizi daha detaylı felsefi çözümlemelere götürecek yorumlar görülebilir.

[109] Thomas S. Kuhn, *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*, s. 186.
[110] John Watkins, "*'Olağan Bilim'e Karşı*", s. 51.

Bilimsel devrimselden sonra biri eski, diğeri yeni olan iki paradigma ve bunların savunucuları ortaya çıkmaktadır. Bu iki ayrı gelenek arasında tanımlar, sorunlar, kullanılacak araçlar ve görüş açıları arasındaki geri döndürülemez mesafe bu zeminin oluşmasının gerekçelerindendir. Bu iki grup arasındaki iletişimin sağlanabilmesi için ise farklı gruplardan birinin paradigma değişikliği olarak anlatılagelen süreci geçirmesi gerekir.[111] Eğer gelenekler arasında bu iletişim gerçekleşmezse, gelenekler arasında birbirlerini devirmek için kıyasıya bir mücadele yaşanır. Mantık ve bilimsel ölçütlerin devre dışı kaldığı bu yarışta, gelenekler tamamen bağlantısız şekilde, bağımsız hareket eden kimseleri andırır. Farklı bir bakış açısının belirgin hale gelmesiyle beraber eski fenomenlerin bile yeni "görme" tarzına uygun bir biçim kazandığını görürüz. Böylelikle bu ani görme biçimine kavuşanlar ile bu yetiye kavuşamayanlar arasında onarılamaz bir ayrılık oluşur. Örneğin bir ipin ucundan sallanan cismin durumunu tespit etmek için iki taraf da birbirlerinden farklı tarzda yorumlar geliştirmeye çalışır. Birinin cisme bakıp engellenmiş düşme gördüğü yerde, diğeri aynı hareketi sonsuza kadar tekrarlayabilecek olan bir sarkaç görür.[112] Dolayısıyla aynı nesneye bakıp, ayrı sonuçlar çıkaran bilim insanları Kuhn tarafından "farklı dünyalarda yaşayan insanlar" olarak betimlenir. Onun, bu düşünceyi dile getirmesindeki temel motivasyon, yeni bir paradigmayı benimseyen bilim insanlarının yeni araçlar kullanarak, farklı yerlere bakma deneyimine kavuşmasıdır. Buna ek olarak bilim insanlarının devrimler esnasında bildikleri araçlarla daha önce bakmış oldukları yerlere tekrar göz attıklarını ve yeni görüngeler elde edebileceklerini dair söylemleridir.[113]

Kuhn'un bilim insanlarının farklı dünyalarda yaşadığına dair yorumu incelenmesi gereken kuvvetli bir iddiadır. Kuhn'un geliştirmiş olduğu bu yorumun merkezinde farklı paradigmaların benimsenmiş olunmasının rolü esastır. Yorumun doğruluğunu kısmen kabul etsek dahi, eksikliğini vurgulamamız gerekir, çünkü bilim insanları sadece farklı paradigmalara sahip olduğu için değil, aynı zamanda farklı geleneklere, kültürlenme biçimlerine, felsefelere ve sosyolojik yapılara sahip olmalarından ötürü de aynı dünyalarda yaşamazlar. Burada farklılığı belirleyen esas

[111] Thomas S. Kuhn, *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*, s. 248.
[112] Kuhn, *a.g.e.*, s. 212.
[113] *A.g.e.*, s. 203.

nokta insan topluluklarının bilim ve doğa gibi kavramlardan ne anladıkları ile yakın bir ilişki içindedir. Antik Yunan düşünürleri, doğayı; canlı, istekleri ve hatta kaprisleri olan bir varlık olarak tanımlayarak epistemolojik ve ontolojik çözümlerini bu bağlama uygun geliştirmişlerdir. Aristoteles'in erekselliği ve doğayı hiyerarşik bir düzen içinde konumlandırması bu altyapının sonucudur.[114] Buna mukabil özellikle Bacon sonrası "bilgi güçtür" mottosuyla temel bulan mevcut doğa telakkisi farklılaşmaya başlamış ve yapılan bilimin çehresi büyük bir değişim göstermiştir. Doğayı, insanının yararı için var olduğunu kabul eden bu yorum; ondan istifade edilmesi için doğanın alt edilmesi gereken bir yapı olduğunu iddia eder ve doğanın karşısında çaresiz olan insanın ancak bilgi ile onu devirebileceğini salık verir. Ancak bu yorum batılı olmayan toplumlar için geçerliliği olmayan bir kabuldür. Örneğin İslam ve Çin uygarlıkları doğayı batılılar gibi alt edilmesi gereken bir yapı olarak görmezler. İslam düşünürleri için doğa, tanrı tarafından onlara bahşedilmiş, bu yüzden de saygı ve minnetle korunup, araştırılması gereken mukaddes bir emanet olarak görülür. Çin geleneklerinde ise doğa, kendi kendine işleyen ve bu yönüyle bize çok şey öğretebilecek bir ilişkiler ağıdır.[115] Buradan bakıldığında farklı kültürel formasyonlara tabi olan ve dolayısıyla farklı doğa algılayışlarını sahip olan bilim insanlarının bilim yapma biçimi de farklı olacaktır. Bu suretle Çin veya İslam kültürlerinde yetişmiş bir bilim insanı ile batılı kültürle yetişmiş olan arasında doğayı bakış açısının farklı olması, onların bilim yapma tarzlarını doğrudan etkileyecektir. Bu onların Kuhncu gözlüklerle bakacak olursak, farklı dünyalarda yaşadıklarına bizi götürecektir.

Geliştirilen bu yorumun felsefi temeli aslında Michel Foucault'un "episteme" kavramı ile özümsenebilir. Episteme, kısaca kültürlerin nesnelere yükledikleri kodlardır; bir topluluğunun merkezindeki bilgisel ön kabulleridir.[116] Bu tanımdan hareketle bugünkü bilimlerde ele alınan çeşitli bilgilerin kendi değerlerine veya nesnel formlarına değinerek, nesnelliklerini gömen ve böylece onların artan mükemmelleşmelerini değil de, olabilirlik koşulları olan bir tarihi dışa vuran

[114] Jakob Bronowski, *The Common Sense of Science*, Harvard University Press, Cambridge 1953, s. 29-30.
[115] Ziyauddin Serdar, *Thomas Kuhn Bilim Savaşları*, çev. Ebru Kılıç, Everest Yayınları, İstanbul, 2001, s. 69.
[116] Talip kabadayı, *Duhem'den Laudan'a Çağdaş Felsefecileri*, BilgeSu Yayıncılık, Ankara, 2011 s. 14.

episteme'dir.[117] Epistemenin olanaklılığı sorusunda Foucault, doğa ve insan doğasının, episteme'nin genel dış görünüşü içinde, tüm empirik düzen bilimlerini inşa eden ve onları olası kılan, hayal gücü ile benzerliğin uyarlanmalarına izin vermekte olduğunu savunur.[118] Buna ek olarak herhangi bir kültürde ve belli bir anda, bütün bilgilerin olabilirlik koşullarını ifade eden ancak bir tek episteme var olduğunun da söylenmesi gerekir.[119] Dolayısıyla kültürel formasyona tabi olmuş herhangi biri için, o topluluğun derinine nüfuz etmiş bilgisel kabullerden bağımsız hareket etmesi mümkün görünmemektedir. Bu da farklı kültürlerin farklı epistemeler, farklı epistemelerin ise farklı dünyalara kapı aralayabilmesinin koşullarını çevreler. Kuhn ise tüm bu bağlamları görmez, o genel olarak her bilimsel devrim sonrasında kuralların yeniden belirlendiği ve oyunun tekrar kurulduğu bir düzeni betimlerken, bilim içinde bir döngüsellik kurar. Ama farklı dünyalar kavramı bilim içinde kalınarak ve belli bir döngüsellikle açıklanamayacak kadar geniş bir anlama sahiptir. Farklı dünyalar kavramının bu döngüselliği aştığı ve kendine kültürlenme biçimlerinde bir konum kazandırmaya çalıştığı Fouchault'un yardımıyla hemen görülür. Dolayısıyla farklı dünyalarda yaşama durumu sadece Kuhn'un anladığı şekilde farklı paradigmaları benimseyenler arasında değil, farklı zihinsel arka plana sahip tüm gelenekler için geçerli olabilecek geniş bir anlama göndermede bulunur. Böylece Kuhn'un mantıksal sıkıntılar içeren eş-ölçülmezlik kavramı ile anlatmaya çalıştığı durum, epistemenin olanaklılığı ile daha rahat betimlenir.

Burada vurgulanması gereken esas noktalardan biri, bilim insanlarının bilimsel satıhta iş gördükleri esnada kendi dünyalarına uygun bir konuma zaten ulaştıklarıdır. Althusser'in "bilim adamlarının kendiliğinden felsefesi" olarak ifade ettiği kavram ne demek istediğimizi daha iyi anlatabilir. Bilim adamlarının kendiliğinden felsefesi, bilim insanlarının çalışmalarındaki düşüncelerin tamamında değil, sadece kendi bilimsel pratikleri ve bilim üzerine kafalarında bilinçli veya bilinçsiz şekilde var olan düşünceleri anlamına gelir.[120] Örnek olarak Newton'un Yeni Platoncu eğilimler ile iş

[117] Michel Foucault, *Kelimeler ve Şeyler*, çev. Mehmet Ali Kılıçbay, İmge Kitabevi, Ankara, 1994, s. 21.
[118] Michel Foucault, *a.g.e.*, s. 117.
[119] Foucault, *a.g.e.*, s. 244.
[120] Louis Althusser, *Felsefe ve Bilim Adamlarının Kendiliğinden Felsefesi,* çev. Ömür Sezgin, Birey ve Toplım Yayıncılık, Ankara, 1984, s. 91.

gördüğü yerde[121]; Einstein, kendi çalışmalarında, apaçık bir şekilde Spinoza'nın insanın en yüksek görevinin nesnel dünyayı ve onun kanunlarını tanımak olduğunu belirten felsefi görüşlerinin bir doğrulaması ile hareket eder.[122] Örnekler bilim tarihine bakıldığında pekâlâ çoğaltılabilir. Bunlardan bir diğeri Galileo'nun kendisinin, çağdaşlarının ve takipçilerinin Aristotelesçilik ile Platonculuk arasında net bir çizgi çekmelerinde görülür. Bu çizgiyi çekmelerini sağlayan ise adı geçen geleneklerin, matematik ile kurdukları münasebettir. Bilindiği üzere Aristotelesçiler matematiği sadece soyutlamalarla uğraşan ve bu yüzden de fiziksel gerçeklikler incelenirken, onun yardımına gerek duymayan, içi boş bir uğraş olarak tanımlarken; Platoncular ise evrenin araştırılmasında matematiğe anahtar bir rol yükleyerek, ona üstün bir konum atfederler.[123] Platonculuğun, matematiğe verdiği bu önem; zaten çağdaşlarından zihinsel arka plan açısından farklı yetişmiş olan Galileo'nun, evrenin kitabının matematik diliyle yazıldığı inancını pekiştirmiş ve onun tüm bilimsel kariyerini sürükleyen temel eğilimini oluşturmuştur.

Kuhn'un temel kavramlarının bir çözümlemesi verildikten sonra bizi ikinci bölüme taşıyacak çerçevenin sınırları belirmeye başlamıştır. Kuhn, matematik ve astronomi gibi kadim bilimlerin ilk paradigma örneklerinin antik dönemlerde bulunabileceğini iddia eder.[124] Yalnız bu konu özelinde bazı tartışmaların olduğunu da belirtmek gerekir. Paradigma kaynaklı değişimler empirik bilimlerde meydana gelmesine rağmen, benzer değişimlerin matematikte meydana gelmediğini dair bir inanç paylaşılır. Bu inancın temelinde matematiksel doğruların, matematikçilerin kullandığı kavramların açık veya örtük sonuçlarından doğru olduğu bilinen, mantıksal ilkeler tarafından türetilmesinden ötürü matematik felsefecileri ve matematiksel mantıkçılar arasında hüküm süren tutuculuktan kaynaklı olduğu söylenebilir.[125] Ancak bu yaklaşımın matematiğin tarihsel gelişimi göz önüne alındığında eksik ve sığ bir yaklaşım olarak değerlendirilebileceğini ifade etmek gerekir. Tarihsel bir okumayla görülecektir ki; matematiğin kendisi, matematikçiler

[121] "Newton'un Mutlak Uzay ve Zaman'daki cisimlerin 'gerçek hareketleriyle' bu hareketlerin 'akla uygun ölçütleri' arasında yaptığı ayrımda, gerçeklik ve görünümden oluşan bir ikilik içeren Platonik bir etki görülmektedir." Bknz, John Loose, *Bilim Felsefesine Tarihsel Bir Giriş,* s. 101.
[122] Robert Oppenheimer, *Bilim ve Sağduyu*, s. 7.
[123] Alexander Koyre, *Yeniçağ Bilimin Doğuşu*,s. 154.
[124] Thomas S. Kuhn, *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*, s. 85.
[125] Nicolas D. Goodman, "Mathematics As Natural Science", The Journal of Symbolic Logic, Vo. 55, No. 1, 1990, s. 183.

tarafından izole edilmiş bir alan olmaktan çıkıp, doğa bilimleriyle sürekli yakın bir ilişki kurmuştur.

Bu dönüşümlü ilişki hem doğa bilimlerinin gelişimde büyük rol oynamış hem de matematiğin yapılış tarzının biçimini değiştirmiştir. Örnek olarak daha sonra detaylı bir şekilde ele alacağımız Euclides'in beşinci postulatı üzerindeki tartışmalara bakmak yararlı olabilir. Bu postulata yönelik ilginin, tarihsel olarak bakıldığında, mantıksal-matematiksel nedenlerden çok daha farklı nedenleri vardır. Sorun aynı zamanda fiziksel dünyanın kendisi üzerinedir. Euclides geometrisi'nin yalnızca sağlam ve tutarlı bir matematiksel sistem değil, aynı zamanda uzayın yapısını da yansıtan bir mekanizma olduğu kabul edilir. Mesela iki noktayı birleştirdiğimizde, yalnızca teorikte değil, pratikte de bir doğru elde edilebilir.[126] Dolayısıyla matematiğin sadece kendisi ile sınırlandırarak, o sınır üzerinde iş gördüğünü söylemek doğru bir ifade olmaz. Tarihsel olarak incelendiğinde, matematik kendini aşan bir girişim olarak rahatlıkla Kuhncu bir çerçeveyle ele alınabilir. Biz de bu aşamada Kuhn'un telkinlerini dikkate alıp, gözümüzü antik döneme çevireceğiz. Bu bağlamda tarihin en kadim bilimlerinden biri olan matematiğin, özellikle eski çağlarda astronomi ve geometri ile kurduğu bağ düşünüldüğünde ele alacağımız paradigma örneklerinin astronomi ve geometri temelli olması şaşırtıcı olmamalıdır. Eski çağlarda astronominin, günümüzde ise geometrinin matematiğin bir alt dalı olarak ele alınabilecek disiplinler olması savımızı kuvvetlendirir niteliktedir.

Bu vesileyle ilk olarak Euclides geometrisini Kuhn'un paradigma kavramıyla yorumlamaya çalışacağız. Yorumlamamız neticesinde ulaşacağımız sonuçlar, bizim için ikili bir çözümleme yapmamıza olanak sağlayacaktır: Bunlardan ilki geometrinin hâkim bir kuramı olarak Euclides geometrisinin, paradigma kavramıyla açıklanabilecek bir yapıya sahip olup olmadığını net bir şekilde bize gösterecektir. İkincisi ise Euclides geometrisi üzerine girişilecek çözümleme; bizi, hem Newton'un, hem de Einstein'ın "evren" görüşlerini incelememize olanak sağlayacaktır. Bu inceleme ise son tahlilde bu iki bilim insanın evren ile alakalı ortaya koydukları kuramları yorumlayabilmek açısından çeşitli imkânlar sunacaktır. İkincisi olarak ele alacağımız paradigma örneği ise Batlamyus'un astronomi kuramını olacaktır. Burada hem Batlamyus kuramına giden yolda astronominin kısa bir izlencesini vereceğiz,

[126] Marcel Boll, *Matematiğin Tarihi*, çev. Bülent Gözkân, İletişim Yayınları, İstanbul, 2016, s. 190.

hem Batlamyus kuramını ele alarak, onun üzerinden Kopernik devrimini anlamaya çalışacağız.

İKİNCİ BÖLÜM

2. MATEMATİK VE PARADİGMALAR

2.1. Matematik Tarihini Devrim Düşüncesi ile Okumak

Kuhn'un 1962'de ilk baskısını yapan kışkırtıcı metni *Bilimsel Devrimlerin Yapısı* yayımlandıktan sonra, birçok düşünür Kuhn'un kavramları ile kendi alanlarının tarihsel geçmişini yeniden yorumlamaya çalışmışlardır. Kuhn'un iddialarından etkilenerek kendi disiplinlerinin geçmişlerini gözden geçirenler arasında matematik tarihçileri de bulunmaktadır. Ancak Kuhn paradigma görüşünü şekillendirirken ekseriyetle fizik ve kimya gibi displinlerden verdiği örneklerle iş görmektedir. Dolayısıyla bu, Kuhn'un kavramlarının matematik tarihine tam olarak uygulanıp uygulanamayacağı sorusunu gündeme getirmektedir. Bu soru işaretlerine rağmen Kuhn'un kendi teorisinin gelişiminde ileri sürdüğü kimyanın veya fiziğin tarihine ilişkin temel soruşturmalarının geçerliliğinin aynı varlığa matematik açısından da sahip olduğu artık genel kabul gören bir görüştür.[127] Kuhn'un öncesinde matematik tarihine yönelik farklı bakış açılarını gün yüzüne çıkarabilecek çalışmaların olmaması aslında bir yetersizliğin sonucu olarak görülebilir. Bu yetersizlik matematik tarihinin sürekli kümülatif yapıda olduğuna dair inanç veya onun devrimci özelliklerini görmezlikten gelmekten kaynaklanmıştır. Buna ek olarak yetersizliğin en önemli sebeplerinden biri, temel ilginin, makul ve öznel-olmayan hipotezler ortaya koymak için bize olanak tanıyan tarihteki çalışmalarda bir rasyonel model aramaya sebep olan itkidir.[128] Matematikçilerin yoğun şekilde hissettikleri bu itki Kuhn'un çalışmaları vesilesiyle bir şekilde kırılmış ve en azından tarihe yönelik bakış açılarını değiştirerek literatüre zengin tartışmalar kazandırmışlardır.

Matematik tarihçileri kendi çalışmalarında özellikle Kuhn'un "devrim" kavramı üzerine eğilmişler ve genel olarak matematik tarihinde devrimlerin olup olmadığı ile ilgilenmişlerdir. Özel tartışmalardan biri, matematik tarihinin gelişimi konusunda yazdığı tezde Caroline Dunmore tarafından matematikte devrimlerin var

[127] Mariano Hormigon Blanquez, "*Paradigmas Y Matematicas*", Publicacions de la Secció de Matemàtiques, No. 20, ACTES: VII JORNADES MATEMÀTIQUES HISPANO-LUSITANES (primera part) (SETEMBRE 1980), s. 51.
[128] Mariano Hormigon Blanquez, "*Paradigmas Y Matematicas*" s. 52.

olup olmadığı üzerinedir. Konu daha önce matematik tarihçileri Crowe ve Dauben arasındaki zengin tartışmalara vesile olmuştur. Bu yönüyle Dunmore'a ilham kaynağının da bu tartışmalar olduğu iddia edilebilir. Dunmore, matematikte devrimlerin meydana geldiğini ancak bunun sadece meta düzeyde kaldığına inandığını iddia eder. Onun bu konu üzerinde argümanı başlıca, kendi matematik düşüncesinin analizine dayalıdır.[129] Yaşanılan butartışmalar sonucunda kısa sürede matematikçiler ikiye ayrılmışlardır. Bir tarafta matematikte hiçbir zaman devrim olmayacağı sonucuna varan Crowe ve takipçileri ile diğer tarafta bu tür devrimlerin matematikte olabileceğini iddia eden ve çeşitli örnekler veren Dauben ve takipçileri alan içindeki tartışmaları fazlasıyla yönlendirmiştir.[130] Crowe ve Dauben'in iddiaları sonraki aşamada ise birçok tarihçi için bir ilgi kaynağı olmuş ve literatür bu türlü çalışmalarla zenginleşmiştir.

Crowe, matematik tarihindeki değişim tarzlarına yönelik kaleme aldığı yazısında, on madde sıralayarak görüşlerini dile getirir. Matematik tarihinden çeşitli örneklerle de içeriğini dolduran Crowe güçlü argümanlarla iddialarını temellendirir. Crowe'un kanunlarının temeli Kuhn'un *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*'nda ortaya çıkan bilimin yeni tarih yazımı bağlamındaki görüşlerinden hareketle oluşturulmuştur. Bu kanunlardan bir kısmını incelediğimizde hem devrim hem de paradigma kavramlarına dönük önemli sonuçlar elde ederiz. Örneğin ikinci kanununda Crowe, birçok yeni matematiksel kavramın, mantıksal olarak kabul edilmelerine rağmen, ortaya çıktıktan sonra güçlü bir dirençle karşılaştığını ve ancak uzun bir süre sonra kabul edilebileceğinden bahseder.[131] Bu kanundan hareketle ilk olarak matematikçilerin yeni kavramları benimsemeye karşı eldeki kuramları ve onlardan neşet eden kavramları bırakmamaya yönelik bir eğilime sahip olduğu vurgulanır gibidir. Bu durum Kuhn'un paradigmalara bağlılık konusunda anlatmak istediklerine uygun düşer. Ama Crowe'un ikinci kanunu bir başka açıdan değerlendirildiğinde ise Kuhn'a şemasını zorlayan bir yere ulaşılır. Eğer yeni kavramların ortaya çıkışının bir devrimin sonucunda meydana geldiği kabul edilirse; matematikçilerin Kuhn'un

[129] Yuxin Zheng, "*Non-Euclidean Geometry and Revolution in Mathematics*", *Revolutions in Mathematics*, der. Donald Gİlles, Oxford University Press, 1992, s. 170.
[130] Donald Gilles, "*Preface*", *Revolutions in Mathematics*, der. Donald Gilles, s. vii.
[131] Michael Crowe, "*Ten 'Laws' Concerning Pattens of Change in the History of Mathematics*", *Revolutions in Mathematic*s, der. Donald Gİlles, s. 16.

betimlediği gibi ani ve çok çabuk şekilde eldeki kavramlarından vazgeçmeyecekleri de adı geçen kanundan çıkarılabilecek bir sonuçtur.

Bir başka kanun(üçüncü kanun) da ise Crowe, mantık, tutarlılık ve kesinlik taleplerinin, insanları bazen bazı yeni kabul edilmiş kavramların reddine zorlamasına rağmen, bu kavramların yararlılığının matematikçileri, onları tolerans göstermeye ve onaylamaya zorladığından bahseder.[132] Bu kanun açık bir şekilde matematikçilerin pragmatik karakterini ortaya koyması bakımından önemlidir. Kanun bu yorumuyla ikinci kanunda vurgulandığını iddia ettiğimiz paradigmaya bağlılık konusunun en azından matematikçiler için her zaman geçerli olmadığını vurgulamak açısından önem arz eder. Matematikçiler, kendi konularında ele aldıkları bir problemi çözmek için bazen genel kabul görmüş tüm eğilimleri bırakarak iş görebilir. Bu kanun matematikçilerin problem çözümlerinde sıklıkla karşılaştığımız özgün yönlerini de betimlemiş olur.

Crowe sırayla dokuz kanunla düşüncelerini belirttikten sonra, diğer kanunlarının sonucu mahiyetindeki son kanununu ortaya atar. Crowe onuncu kanunuyla beraber matematiğin "içinde" hiçbir zaman bir devrim olmadığını ileri sürer. Onuncu kanundaki "içinde" edatı burada hayatidir, çünkü Crowe, devrimlerin matematiksel literatür, sembolizm, meta matematik (matematiksel metafizik), metodoloji (kesinlik standartları), ve hatta matematiksel tarih yazımında meydana gelebileceğini iddia eder.[133] Buradan hareketle Crowe'un eski bir kuramdan yeni bir kuramın benimsenmesi şeklinde özetlenebilecek Kuhcu bir devrim şemasını reddettiği söylenebilir. Ona göre kuramlar her zaman dönüşüme açıktır ve bu dönüşüm kuramın belli başlı standartlarında devrimsel hareketler sonucunda gerçekleşir ama bu, kuramın kendisinde bir devrim olduğu anlamına gelmez.

Dauben'e göre herhangi bir disiplinde çalışma yapan birisinin devrimi fark edip edememesi, devrim teriminden ne anladığına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bu bağlamda matematikte hiçbir zaman devrim olmadığında ısrar eden Crowe, kendi devrim tanımına bağlı olan on kanun ileri sürerek, bu konudaki gerekçelerini

[132] Crowe, "Ten 'Laws' Concerning Pattens of Change in the History of Mathematics" s. 16-17.
[133] *A.g.m.*, s. 19.

açıklar.[134] Dauben ise herkesin Crowe'un devrim tanımını rahatlıkla sorgulayabileceğini iddia ettikten sonra, ilk olarak Crowe'un yönteminin kısıtlayıcı olduğunu ileri sürer, çünkü ona göre, matematiğin durumunda onun kurduğu kavramsal çerçeve doğal olarak imkânsız görülen bu tür bir devrimi tanımlar. Ona göre; devrimin kelime anlamını dikte etmeden, matematiğin evrimine nüfus eden değişimleri meşru bir şekilde tanımlamakta onu kullanmayı düşünmemek için hiçbir sebep yoktur.[135] Bu durumun bir göstergesi olarak Dauben, matematik tarihindeki devrimsel hareketlerin sadece matematik tarihçileri tarafından değil, aynı zamanda matematikçilerin çalışmalarıyla da tanımlanabileceğini öne sürer. Bu konuda örnek olarak gösterdiği matematikçi, Newton ve Leibniz'in sonsuz küçükler hesabı üzerine çalışmaları olan Bernard de Fontenelle'dir. Dauben, Fortenelle'nin Euclides geometrisinin, kalkülüs formundaki yeni geometri tarafından radikal bir şekilde aşıldığını ve bunun inkar edilemez bir devrim olduğuna inandığından bahseder.[136] Fortenelle'nin bu sonuca varması kuşkusuz onun arka planda bir devrim tanımı kabul etmesinden kaynaklanır. Dolayısıyla devrim kavramını tarihsel gelişimine de burada bakmak gerekir.

Devrim kelimesinin anlamı üzerine eğilmeye başlayan Dauben, zaman içerisinde bu kelimenin anlamının değiştiği sonucuna varmıştır. Özellikle Fransız devriminin akabinde kelimenin bugünkü anlamını kazandığını ve daha sonraki süreçte devrimin geleneksel veya kabul edilmiş düşünce biçimlerinden tam olarak kopuşu ima eden bir göndermeyi elde ettiğini savunur.[137] Devrimlerin tarihsel süreçte farklı göndermelere sahip olması, onların matematikte kesinkes olmadığı söyleminin sorgulanmasını da beraberinde getirir. Buradan hareketle Dauben'in çıkardığı sonuç devrimlerin illa ki birtakım önceden var olan kurumların devrilmesi ve geri döndürülemez şekilde ıskartaya çıkarılması şeklinde bir anlamı zorunlu olarak içermediği yönündedir.[138] Bu yönüyle matematik tarihinde örneklerini görebileceğimiz yapıların var olduğunu iddia eden Dauben, devrimci doğalara sahip

[134] Joseph Dauben, "*Conceptual Revolutions and the History Mathematics: Two Studies in the Growth of knowledge*", der. *Donald Gilles, Revolutions in Mathematics*, s. 50.
[135] Dauben*, "Conceptual Revolutions and the History Mathematics: Two Studies in the Growth of knowledg",* s. 51.
[136] *A.g.m.*, s. 51-52.
[137] *A.g.m.*, s. 51.
[138] Yuxin Zheng, "*Non-Euclidean Geometry and Revolution in Mathematic* ", s. 170.

olan kuramların eski kuramların gücünü çoğaltabilecek bir potansiyele sahip olduğunu düşünür.

Dauben'in devrim kavramının anlamının tarihsel süreçte değiştiği yorumu, kendisinden sonraki matematik tarihçilerinin bu konuya eğilimlerini artırmıştır. Bu isimlerden biri olan Donald Gilles devrim kavramının tarihsel dönüşümünü kavramsallaştırmıştır. O, bu bağlamda bilimlerin tarihinde devrimleri ikiye ayırır. Crowe'un yorumlarında da güçlü bir şekilde vurgulan Rus tipi adını verdiği devrim tipinde birtakım önceden var olan kurumlar(kuramlar) devrilir ve geriye döndürülemez şekilde atıl duruma indirgenir. Fransız-İngiliz adını verdiği ikinci devrim tipinde ise önceden var olan kurumlar(kuramlar) kullanılmaya devam eder ama dikkate değer bir önem kaybı yaşar. Kopernik ve kimya devrimi ilk tip devrime(Rus tipi) örnek olarak gösterilirken,[139] ikinci tip devrime(Fransız-İngiliz) örnek olarak ise Einsteincı devrim gösterilir.[140] Gilles, devrimlerin tiplerini kavramsallaştırdıktan sonra daha açık bazı genellemelere varmaya başlar. Ona göre, bilimlerin tarihinde hem Rus tipinde hem de Fransız-İngiliz tipinde devrimlere rastlanabilir, ancak matematikte ise daima Fransız-İngiliz tipinde devrimlerin vardır. Bu bağlamda matematikteki bir yeniliğin devrim olabilmesi için iki koşulu sağlaması gerekmektedir. Her şeyden önce yeniliğin derin ve geniş kapsamlı bir şekilde matematiği değiştirmesi gerekmektedir. İkincisi yenilik ile bağlantılı matematiğin eski kısımları kullanılmaya devam etmesine rağmen, önceki öneminde bir değer kaybı yaşamalıdır.[141] Buradan hareketle Gilles'in Crowe'un aksine devrim fikrini matematikte kabul ettiği ama devrimin doğasına yönelik soruşturmasıyla beraber, kendine özgü bir devrim kavramını literatüre kazandırdığını iddia edebiliriz. Dahası bilimlerin tarihsel okumasında iki farklı devrim tipinin de gözlemlendiği yerde, matematiğin tarihinde tek tip devrim okumasının yapılması, matematiğin, diğer tüm bilimler karşısında kendine mahsus bir doğası olduğu anlamında da yorumlanabilir.

Bir başka matematik tarihçisi Herbert Mehrtens ise sadece devrim kavramı bağlamında değil, genel olarak Kuhn'un olağan bilim, anomali ve bilimsel topluluk gibi kavramlarını da göz önünde bulundurarak geniş bir matematik tarihi okuması

[139] Bu devrim tipi Kuhn'un Bilimsel Devrimlerin Yapısı'nda anlatmaya çalıştığı devrim tipine paralel özellikler gösterir gibidir.
[140] Donald Gilles, "I*ntroduction*", *Revolutions in Mathematics*, s. 5.
[141] Gilles, *a.g.m.*, s. 6.

yapar. Mehrtens özellikle matematiksel yeniliklerin değerlendirilmesinde bir araç olarak olağan matematik kavramını kullanarak işe başlar.[142] Bu kabul aynı zamanda matematikçilerden oluşan bir matematikçiler topluluğunu kabul etmekle beraber, Kuhn'un bulmaca çözme etkinliği olarak gördüğü olağan bilim tanımlamasını da kabul etmek anlamına gelir. Mehrtens, Kuhn'un olağan bilim olarak adlandırdığı çalışma türünün matematikte de olduğunu söyleyerek, kendi kabulünün teorik gerekçesini de örnekler. Ona göre çoğu doktora tezi olağan matematik olarak görülebilir.[143] Olağan bilim kavramına benzer şekilde Mehrtens'in matematik tarihinde örneklerine rastladığımızı iddia ettiği bir diğer kavram anomalidir. Euclides'in beşinci postulatı ve Kummer ve Dedekind'in çalışmaları ile ortaya çıkan asal idealar onun baktığı taraftan matematik tarihindeki tipik anomali örnekleridir. Bu konuda Kuhn'un söylediklerine paralel olarak matematikçilerin, anomalileri sık sık var olan teknikleri ile ele aldıklarını ileri sürer. Hatta çoğu kez matematikçilerin, kavramları, anomalileri dışta bırakmak veya onları bütünleştirmek amacıyla değiştirdiklerini iddia eder. Lakatos'un canavar-örnekleri[144] bunun örneklerindendir.[145]

Mehrtens, anomali ve olağan bilim gibi kavramlarının matematikte bir karşılığı olduğunu iddia etmesine rağmen, Kuhn'un diğer kavramları için aynı kanaati paylaşmaz. O, matematik tarihinde anomali ve olağan bilim gibi belli başlı fenomenlerin varlığına karşın, devrim ve kriz gibi kavramların varlığını kesinkes reddeder. Bunun en büyük sebebi adı geçen kavramların anomali ve olağan bilim gibi kavramlara nazaran tarihsel soruşturmalar için güçlü araçlar oluşturamamasıdır. Anomali gibi özel Kuhncu kavramlar önemli nedensel sonuçlara varma gücüne sahiptir, ama devrim özelinde farklı anlamlarda yorumlanabilecek kavramların matematik tarihinde anomali gibi kavramlara benzer şeklide kullanılıp kullanılamayacağına emin değildir.[146] Ona göre güçlü politik anlamıyla devrim, bilime uygulandığında bir metafor olarak kullanılabilir. Bu itibarla o, matematik

---

[142] Herbert Mehrtens, "*T.S. Kuhn's Theories and Mathematics: A Discussion Paper on the 'New Historiography' of Mathematics*", , Revolutions in Mathematics, der. Donald Gilles, s. 26.
[143] Mehrtens, *a.g.m.*, s. 29.
[144] Canavar-örnek, Lakatos tarafından Kanıtlar ve Çürütmeler metninde kötü karşı-karşı örnekleri dışlamak için bir hipotezin rafine edilmesini ifade eden bir terimdir. David H. Bailey and others, *Experimental Mathematics In Action*, A K Peters, 2006 in Press, s. 11.
[145] Herbert Mehrtens, "*T.S. Kuhn's Theories and Mathematics: A Discussion Paper on the 'New Historiography' of Mathematics*", s. 27.
[146] Mehrtens, *a.g.m.*, s. 29.

üzerine tarihsel yazılarda da kullanılabilir. Kullanımının yeterli veya yetersiz olup olmadığı kavramsal ve tarihsel belginliğin ve biçimin bir konusudur. Devrim, egemen ve nüfus eden bir güç yapısının devrilmesi anlamına gelir ve genellikle olayın kahramanı ve varisleri tarafından olumlu bir anlamda kullanılır.[147] Ama bu durum olayı farklı yorumlayanlar tarafından değişik biçimlerde de değerlendirilebilir. Dolayısıyla devrim kavramı, onu kullanan kişinin konuya bakışı ve o kişinin kavramı hangi manada kullanmasına bağlı olarak değişkenlik gösterir.

Mehrtens, devrim kavramının yoruma dayalı sorunlarını gösterdikten sonra matematiksel değişimleri daha iyi izah etme potansiyeline sahip bir kavram kullanır. Menşei, Gaston Bachelard ve Michel Foucault'a ait olan "epistemolojik kopuş" kavramı bu tür temel değişimler –devrim olarak adlandırılan- için kullanılabilir.[148] Mehrtens'in bu konuda verdiği örnek Euclides-dışı geometrilerdir. Ona göre, matematikte standart bir devrim örneği olarak gösterilen Euclides-dışı geometriler, 1830'larda oluşturulmuş, 1860'larda kabul edilmiş ve 20. yüzyıla kadar da sorgulanmıştır ve bu yönüyle de Euclides-dışı geometriler bir devrimden ziyade epistemolojik kopuş örneği olarak görülebilir.[149]

Toparlanacak olursa; Crowe matematik tarihinde bir devrim olmadığını net bir şekilde ortaya koyarak literatürde yer edinmiştir. Mehrtens ise matematik tarihinde birtakım Kuhncu kavramların gözlemlenmesine rağmen, devrim kavramının burada uygulanamayacağını ileri sürer ve devrim kavramı yerine epistemolojik kopuş kavramı ile olayları açıklamaya koyulur. Devrim fikrini savunan tarihçilerden Dauben, klasik devrim anlayışından ziyade, devrimin tarihsel süreçte anlamının değişmesinden kaynaklı köklü değişimleri açıklamak için kullanılabileceğinden bahseder. Dauben'in devrim düşüncesinden hareketle matematikteki devrimleri Fransız-İngiliz tipi olarak kavramsallaştırdığını ve matematikte eski kuramların tam anlamıyla devrilmeden bir önem kaybı yaşayarak varlığını devam ettirdiğini iddia eder. Dunmore ise Crowe'un fikirlerinden hareketle matematikteki devrimlerin en azından meta-düzeyde gözlemlenebileceğini ve bu kavram üzerinden bir matematik tarih yazımı inşa edilebileceğini ileri sürer.

---

[147] Herbert Mehrtens, "*Appendix(1992): Revolutions Reconsidered"*, *Revolutions in Mathematics* der. Donald Gilles, s. 42-43.
[148] Mehrtens, *"Appendix(1992): Revolutions Reconsidered"* s. 43.
[149] *A.g.m.*, s. 43.

2.2. Geometri Tarihinin Euclides'e Yolculuğu

Yaşamı üzerine fazla bir bilgiye sahip olmadığımız Euclides'in M.Ö. 300'lü yıllarda döneminin ileri eğitim merkezlerinden biri olan ve Platon tarafından kurulmuş Akademi'ye girdiği bilinmektedir. Okulunda aritmetik, astronomi, geometri ve müzik gibi alanlarda öğrencilerine incelemeler yapmayı salık veren Platon'un, sonraki yıllarda okuluna girmiş olan Euclides üzerine etkisi yoğundur.[150] Proclos'tan öğrendiğimiz kadarıyla sonrasında İskenderiye'ye gidip, orada öğretmenlik yapmış ve devamında ise bir okul kurmuştur. Buradaki tecrübeleri, Euclides'in sonraki çalışmaları için muazzam bir öneme sahiptir, çünkü o dönem Mısırlılar ve Babillilerin matematik ve geometride ciddi çalışmalar yaptıkları iyi bilinmektedir. Yeri geldiği için bu iki medeniyetin özellikle geometri konusundaki çalışmalarına göz gezdirmek yararlı olacaktır. Her iki uygarlıkta da geometri somut veya gündelik ihtiyaçları karşılamak için yapılan bir uğraş olarak karşımıza çıkar. Örneğin Mısır'da zaman zaman Nil Nehri'nin taşarak verimli tarım arazilerinin sınırlarını bozması ve çeşitli karışıklıklara yol açması, taşmadan önce sınırların belirlenmesi ve korunmasına yönelik Mısırlılarda bir farkındalık yaratmıştır. Farkındalığın kendisi geometriye yönelik çalışmalara önemli bir ivme kazandırmıştır. Dolayısıyla antik Yunan öncesi matematiğin belirgin özelliği olarak, deneme-yanılmaya bağlı, empirik bilgi düzeyinde kalan bir çalışma faaliyeti olmasında yatar.[151]

Deneme-yanılma ve empirik gözlem ile sınırlı kalan bu çalışmaların gerçek anlamda bir bilim olup olmadığı bile tartışmalıdır. Günümüze değin ne Mısırlıların ne de Babillilerin ispat kavramına ulaştıklarını gösteren bir belgeye rastlanmamıştır. Ele geçmiş olan tüm verilere dayanarak Yunan dönemi öncesi matematiğin empirik boyutta kalan, bir takım genellemelere açık, pratik ihtiyaçlardan neşet eden, ön-bilimsel diyebileceğimiz bir alan olduğu ileri sürülebilir.[152] Ama buna rağmen Mısır ve Babil uygarlıklarında yaşanan bu gelişmeler daha sonrasında antik Yunanlıların çalışmalarına temel teşkil eden bir konuma sahip olduğu için bu konunun tarihinde yadsınamaz bir yerde durur.

---

[150] F. Benson Stroneker, *Meşhur Matematikçiler*, çev. Melek Dosay, Gündoğan Yayınları, Ankara, 1999, s. 10.
[151] Cemal Yıldırım, *Matematiksel Düşünme*, Remzi Kitabevi, İstanbul, 2017, s. 20.
[152] Cemal Yıldırım, *Matematiksel* Düşünme, s. 20.

Proclos'a tekrar geri dönecek olursak başka bir takım değerli bilgiye daha ulaşırız. Ona göre batı felsefesi tarihinin ilk filozoflarından olan Thales de tıpkı Euclides gibi hayatının bir döneminde Mısır'a yolculuk etmiş ve burada öğrendiklerini daha sonrasında kullanmaya başlamıştır. Evrendeki tüm şeyleri tek bir maddeye indirgemeye çalışan ve monist bir ontolojiyi başlatarak özel bir yerde duran Thales'in, bir başka çığır açıcı özelliği geometriye ispat fikrini sokmasında görülür. İspat fikrinin işe koşulmasıyla geometri; böylelikle empirik yöntemin kısıtlayıcı tarzından kurtularak, tümdengelim düşünmeye giden yolda önemli bir kazanım elde etmiştir.[153] Buradan hareketle ayrıca İlk Yunanlı matematikçi sıfatına haiz olduğunu iddia edebileceğimiz Thales'in, bazı geometrik teorilerin açıklamasını yaparak, ileride Euclides'in tümdengelime dayanan sisteminin önemli bir öncüsü olduğu iddia edilebilir.[154] Yunanlıların, Mısır ve Babil uygarlıklarına nazaran ispat konusunda daha duyarlı olmasının nedeni ise, onların sosyo-kültürel açıdan kendilerinden önceki uygarlıklardan daha farklı bir bilişsel düzeye ulaşmış olmalarıdır. Yunanlıların kendi çalışmalarına ilham veren dürtü, pratik ihtiyaçlarını çözmekten ziyade, teorik alana yönelik bilme tutkularıdır. Buna ek olarak bazı Yunanlı filozoflar, özellikle Pisagor ve Platon, geometriye önemli bir entelektüel uğraş olarak baktılar. Onlar için, geometrinin saflığı ve soyut yapısı, metafizik kuramlarıyla akraba gibi gözükmüş olabilir. Burada onların geometrisi yalnızca Doğu'nun sorduğu "nasıl" sorusuna değil, modern bilimsel bir gönderimde bulunan "neden" sorusuna da cevap aramaktadır.[155]

Thales'ten sonra başta aritmetik olmak üzere geometri müzik, astronomi ve felsefe gibi alanlarda değerli çalışmalara imza atan Pythagoras'a değinmekte fayda vardır. Gençliğinde o da Mısır coğrafyasını gezerek matematiğe dair bilgilere yerinden ulaşmıştır. Yunanistan'da yaşadığı siyasi sorunlardan ötürü kaçarak İtalya'ya giden ve burada sadık müritleri ile kendi adını taşıyan bir okul kurmuştur. Salt bir düşünce okulu olmamakla beraber politik bir örgüt ve dini bir cemaat görünümü olan bu okulda, kendilerine mahsus bir sayı mistisizmi geliştirmişlerdir. Bu anlayışa göre, varlığa veya dünyaya yönelik herhangi bir açıklamanın sayılar yoluyla gerçekleşecek bir açıklama olduğu düşüncesiyle de yetinmeyip, bir anlamda

[153] Cemal Yıldırım, *Bilim Tarihi*, s. 28.
[154] Richard Mankiewicz, *Matematiğin Tarihi*, Çev. Gökçen Ezber, Güncel Yayıncılık, İstanbul, 2002, s. 42.
[155] Dirk J. Struik, *Kısa Matematik Tarihi*, s. 65.

dünyanın da sayı olduğunu iddia etmişlerdir. Gerçekliğin çok farklı yön ve görünümlerini anlamanın yegâne yolu olarak matematiği merkeze koyan bu yaklaşım, Batı felsefesi içinde Platon ile güçlenip, Kartezyanizm'de doruk noktasına ulaşan matematiksel düşünme geleneğinin başlangıcını oluşturması açısından çok önemli bir yerde durur.[156]

Pythagorasçıların daha çok sayı kuramlarına isnat etikleri gizem üzerinden çalışmalarını yapmaları irrasyonel sayıların keşfiyle sekteye uğramıştır. Kuhncu terminoloji ile ifade edecek olursak bir anomali olarak baş gösteren bu durum sonrasında bir bunalıma evrilmiştir. Bu bunalımın iki önemli sonucu olduğu ileri sürülebilir. Bu sonuçlardan ilki, Kuhncu perspektife bir eleştiri mahiyetindedir. Eğer bu krizi bir bunalım olarak kabul edecek olursak; bu bunalımın sonucunda görülecektir ki, ne Kuhncu anlamda bir devrim meydana gelmiştir, ne de kısa vadede bunalımı çözecek alternatif çalışmalar yapılmıştır. Buradan bakıldığında, antik dönemde paradigmaya benzeyen ilk kuramın Kuhncu perspektife aykırı bir tarihsel gelişime sahip olduğu görülebilir. İkincisi sonuç ise, bu bunalıma çare bulamayan Yunan matematikçilerinin dikkatinin daha çok geometriye kayması ve böylelikle Euclides'in çalışmalarına olanak sağlayan en iyi çevresel faktörleri hazırlamış olmasıdır.

Buraya kadar olan kısma bir göz gezdirdiğimizde Euclides'i oluşturan entelektüel havayı özetlemek yararlı olabilir. İlk olarak Euclides'e kadar ki kısımda Yunan matematiği hem Mısırlılardan hem de Babillilerin çalışmalarından çok etkilenmiştir. Buna mukabil Yunanlıların teorik olana ilgisi, rasyonel bilgiye ulaşma hedefiyle çalışmalar yapmaları, bilimsel açıdan faydalı bir kültürlenme yaratmıştır. Euclides'in çalışmlarını hazırlayan bir başka önemli nokta ise, Yunan aritmetiğinin irrasyonel sayıların keşfiyle derin bir krize girmesi ve sonrasında geometriye olan mevcut ilginin daha da artması olarak gösterilebilir.

Euclides, bu koşullar altında çalışmalarını geliştirmiş ve etkinliğini göstermiştir. Euclides'in geometri üzerine büyük çalışması olan *Elementler*, on üç kitaptan oluşan ve büyük bir etkileme gücüne sahip bir kitap olarak karşımıza çıkar. Metinde geometri başta olmak üzere sayılar teorisi gibi alanlarda da teorik çalışmalar

[156] Ahmet Cevizci, *Felsefe Tarihi*, Say Yayınları, İstanbul, 2015, s. 42-43.

görmek mümkündür. Yalnız *Elementler*in geometri tarihi üzerinde önemini vurgularken, onun etrafında dönen bir tartışmadan bahsetmemiz gerekir. Bu tartışma, geometrideki tüm keşiflerin, *Elementler* ile başladığına dair algı üzerinde yapılmaktadır. *Elementler*in ne dereceye kadar o günkü geometrik bilginin kopyalanması, ne dereceye kadar Euclides'e özgü çalışmaları içerdiği konusunda tam bir uzlaşma olduğu söylenemez.[157] Güçlü kanıya paralel olarak, *Elementler*'de yer alan birçok teoremin önceki geometricilere atfedilebileceğini[158]; ancak onlara atfedilemeyenlerin Euclides tarafından bulunmuş olmasının muhtemel ve ayrıca Euclides tarafından bulunanların sayısının da bir hayli fazla olduğunu söyleyebiliriz.[159] Bu konuyla bağlantılı yanlış bir başka kanıya göre; *Elementler*in, Euclides tarafından başkalarının ve kendisinin bulduğu tüm teoremleri mantıki bir sıraya koyduğu, tarihteki ilk geometri eseri olduğu yönündedir.[160] Amerikalı bilim tarihçisi George Sarton açısından bu ifade tam olarak doğru değildir. Sarton'un iddiası, *Elementler*deki teoremlerin, Euclides'ten önce ispat edilmiş ve bunlar arasında çeşitli bağlantıların çoktandır kurulmuş olduğu yönündedir. Ayrıca o, *Elementler*in muhtevasını oluşturan kimi yerlerin Euclides'ten önce, Chroslu Hippocrates, Leon ve Manisalı Theudios tarafından da yazıldığını iddia eder.[161] Bu iddialar incelendiğinde Euclides'in çok az konuda tam bir yenilik yaptığını; kendisinden öncekilere nazaran alanda daha iyisini gerçekleştirdiğini ve bir derleyici olarak önceki çalışmaları toparlayarak, kendi çalışmasını daha geniş ölçekli bir şekilde ortaya koyduğunu söyleyebiliriz.[162]

*Elementler*in bu özellikleri, Kuhncu literatür bağlamında ele alındığında, onunla bazı paralelliklere sahiptir. Euclides'ten önce birtakım kişilerin bazı çalışmalar yapması, Kuhncu terminolojideki olağan-bilim öncesindeki döneme tekabül edebilir. Her ne kadar yapılan çalışmalar arasında bir rekabet olmasa da, Euclides'in *Elementler*i kaleme almasıyla birlikte, ondan önceki çalışmalar

---

[157] John Loose, *Bilim Felsefesine Tarihsel Bir Giriş*, s. 32.
[158] "Aslına bakarsanız, doğrudan Euclides'e atfedilen tek ispat Pythagoras Teoremi'dir. Allman'ın tahminlerine göre, I., II., IV. Kitapların ana hatları Pythagorasçılara, VI. Kitabınki ise, Pythagorascılar ve Eudoxus'a aittir… X. Ve XIII. Kitaplarda Theaetetus'un ciddi katkıları görünmektedir." Daha fazla detay için Florian Cajori, *Matematik Tarihi*, çev. Deniz İlalan, ODTÜ Yayıncılık, Ankara, 2014, s. 40.
[159] George Sarton, *Antik Bilim ve Modern Uygarlık*, çev. Melek Dosay – Remzi Demir, Gündoğan Yayınları, Ankara, 1995, s. 46.
[160] George Sarton, *Antik Bilim ve Modern Uygarlık*, s. 45.
[161] Sarton, *a.g.e.*, s. 45-46.
[162] *A.g.e.*, s. 46

görmezden gelinmeye başlanmıştır. Burada Elementlerde işlenen konuların, ondan önceki çalışmaların büyük kısmını içermesi ve geliştirmesi etkili olmuştur. Ortaya konması ile birlikte Elementler, Kuhn'un hâkim paradigmalarına birtakım benzerlikler gösterir. Tarihsel bir okumayla Elementlerin yüzyıllarca kendi alanı içinde hâkim bir metin olarak kullanılışı, onun Kuhncu paradigmaları anımsatan bir değeri olduğunu göstermektedir. Elementler, böylelikle kendi alanında tıpkı Newton'un Principia'sı, Batlamyus'un Almagest'i ve Aristoteles'in Fizik'i gibi bilimsel literatürde büyük saygınlık kazanmış eserlerle aynı konumda görülebilir. Dahası *Elementler* adı geçen tüm metinler gibi uzun yıllar dolaşımda kalmış ve yapılan tartışmalarda bir ölçüt olarak değerlendirilmiştir.

2.3. Elementlerin Kavramsal Analizi

Euclides'ten önce birbirinden bağımsız olarak sürdürülen birtakım geometrik çalışmalar olduğunu söyledikten sonra, onun özgün eseri *Elementler*in içeriğine göz gezdirmek yararlı olacaktır. Euclides'in temel yasalarını incelediğimizde, bu yasaların asla çeşitli yaklaşımlarla nitelendirilemeyecek tarzda, mutlak ve kesin olarak sunulduğunu görürüz. Örneğin her üçgenin iç açılarının toplamının daima iki dik açıya eşit olduğunu söylerken Euclides, bu eşitliğin yaklaşık olarak veya genellikle doğru olduğunu değil, kesin bir şekilde doğruluğunu gösterme yoluna gider. Doğruluğu gösterirken de bu yasalara ait ispatları her seferinde vermeye özen gösterir. Yani Euclides, üçgenlerin iç açıları toplamını bulmak için, gerçek üçgenleri ölçmemizi istemez. O, bu gibi edimsel deneyler ve gözlemlerle uğraşmaz. Bunun yerine onun ispatları, tümdengelimsel yöntemle karşımıza çıkar. Dolayısıyla bu ispatların sonuçlarını, mutlak mantıksal katılığın zorunluluğu ile kurmaya çalışır.[163] Tümdengelimsel bir yöntem kabaca doğru olduğu kabul edilen iki ya da daha fazla öncülden hareketle, onlardan zorunlu olarak çıkarsanan bir sonuca dayalıdır. Aristoteles'in bilimsel yönteminde önemli yer tutan bu işlem, Euclides'in Elementlerdeki ulaştığı sonuçlarda temel vazifesi görür.

Euclides, sistemini kurarken ilk önce, sonraki kanıtlamalarında sürekli kullanacağı birtakım kavramları tanımlakla işe başlar. Euclides, öncelikle evrensel

[163] Stephen F. Barker, *Matematik Felsefesi*, çev. Yücel Dursun, İmge Kitabevi, Ankara, 2017, s. 35-36.

geçerliği olan beş aksiyom[164] verir. Bunlar A=B ve B=C ise A=C gibi *sağduyu*ya dayanan ön kabuller olarak değerlendirilebilir. Sonrasında ise nokta, doğru, yüzey ve düzlem gibi Euclides sisteminde sıklıkla karşılaşacağımız kavramlara yönelik otuz bir tanım verilir.[165] Yeri gelmişken sistemin kendisi için büyük önemi sahip olan aksiyomlara değinmek gerekir. Bu aksiyomların verilerek işe başlanması geometrinin olmazsa olmaz bir özelliğini de gösterir. Bilindiği gibi her vargı, birtakım öncüllere dayanmak zorundadır, bu öncüller ya kendilerinden apaçıktır ve dolayısıyla ispatlanmalarına gerek yoktur ya da başka önermelere dayanılarak bunlar ispatlanabilirler. Ancak bu yaklaşımın sonsuza kadar devam edemeyeceği gerçeğinden hareketle tümdengelim olan her bilim ve bilhassa geometri bilimi bazı aksiyomlara dayanmak zorundadır.[166] Aksiyomların bu denli kıymetli olmasının bir diğer sebebi; ileriki safhalarda kanıtlanacak olan teoremlere mantıki bir zemin sağlamasından ileri gelir. Euclides'in sisteminde tanıttığı aksiyomlar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. *Aynı şeye eşit olan şeyler birbirine eşittir.*
2. *Eşit olan şeylere eşit şeyler eklendiğinde sonuçlar eşit olur.*
3. *Eşit olan şeylerden eşit şeyler çıkartıldığında kalanlar eşittir.*
4. *Birbirleriyle çakışan şeyler birbirlerine eşittir.*
5. *Bütün parçalarından büyüktür.*[167]

Euclides'in aksiyomları ne üzerinedir diye kendimize sorduğumuzda, onun gelenek ile kurduğu bağı daha iyi gözlemleyebiliriz. Muhtemelen o, Aristoteles'i aksiyomları ve postulatlarını inşa ederken de sıkı şekilde takip etmiştir. Aristoteles, sadece geometriye uygulanan beş postulat ve tüm mantığa uygulanan beş yaygın kavram ifade eder. Yaygın kavramlardan biri, eşit şeyler ile aynı şeylerin birbirlerine eşit olduklarını bildirir. Görünen o ki; Euclides "şey" kelimesini, uzunluklara,

---

[164] "Euclides'in yaptığı birçok tanım aslında Platon Okulu'nda doğmuştur. Muhtemelen aynı durum Euclides'in aksiyomları için de geçerlidir. Aristoteles'e göre, 'eşitten eşitlik çıkınca, kalan yine eşitliktir,' aksiyomunu bulan Platon'dur." Konu üzerinde daha fazla bilgi için Florian Cajori, *Matematik Tarihi*, s. 36.

[165] Ali Ülger, "*Matematiğin Kısa Bir Tarihi*" *Bilim Konuşmaları*, Tübitak Yayınları, Ankara, 2003, s. 123.

[166] Henri Poincare, *Bilim ve Hipotez*, çev. Fethi Yücel, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, İstanbul, 1998,
s. 54

[167] Cemal Yıldırım, *Matematiksel Düşünme*, s. 29.

alanlara, hacimlere ve tüm sayılara uygular.[168] Aksiyomlar bu şekilde tanımlandıktan sonra ise Euclides sistemindeki postulat adı verilen ilkeleri sıralamaya başlar. Geometride postulat ile aksiyom birbirlerinin yerine kullanılan veya karıştırılan kavramlar olduğu için bu kavramları tanıtmak ihtiyacı genellikle hissedilir. Euclides için aksiyomlar ile postulatlar arasındaki temel fark; bir genellik-özellik ilişkisinde zemin bulur. Postulatlar özellikle geometrinin konusu olan nesneler (çizgiler, açılar, şekiller ve diğerleri) hakkında konuşurken, aksiyomlar özel bir alan olarak görülebilecek geometrinin herhangi bir alanı veya konusundan ziyade, daha genel olan yapılardan konuşuyor gözükür. Örnek vermek gerekirse; Aksiyomlar, geometrinin yanında birçok konunun tartışılmasında kullanılan bir kavram olarak büyüklüklerin eşitliği gibi durumlarla ilişkilendirilir.[169] Zaten Euclides'in sisteminde tanımladığı beş postulata baktığımızda, onlar ile aksiyomlar arasındaki temel fark görülebilir. Bu postulatlar sırasıyla aşağıdaki gibi gösterilebilir.

> *1. Herhangi bir noktadan diğer herhangi bir noktaya düz bir çizgi çizilebilir.*
>
> *2. Herhangi sonlu düz bir çizgi, bir düz çizgide sınırsız olarak uzatılabilir.*
>
> *3. Verilen herhangi bir nokta ve uzunluk için, o noktayı merkeze alan ve yarıçap uzunluğu o uzunluk olan bir çember çizilebilir.*
>
> *4. Bütün dik açılar birbirine eşittir.*
>
> 5. *Eğer bir düz çizgi, diğer iki düz çizgiyi keserse, öyle ki, bir kenardaki iki iç açının toplamı iki dik açıdan küçükse, şu halde iki düz çizgi yeterince uzatıldığında, bu açıların olduğu ilk çizginin aynı kenarında kesişirler.*[170]

Euclides mantıki çıkarım yoluyla, bu postulatlardan çıkarsayabildiği önerme ve teoremleri mantıki bir sırayla listeler. Öyle görünüyor ki, Euclides, bazı geometrik yasaları, diğerlerini ispatlayabilmek için ispatlamadan bırakmıştır. Bu bağlamda aslında onun kurmaya çalıştığı sistemde geometrik yasaları iki gruba ayırabiliriz. Bir tarafta ispatlanmayacak, ama öncül olarak alınacak olan bir grup geometrik yasalar, diğer tarafta ise bu öncüllerin yardımıyla kesinkes ispatlanabilecek olan diğer

[168] Morris Kline, *Mathematics: The Loss of Geometry*, First published by Oxford University Press, New York, 1980, s. 102.
[169] Stephen F. Barker, *Matematik Felsefesi*, s. 40.
[170] Barker, *Matematik Felsefesi*, s. 38.

geometrik yasalar vardır. Euclides'in sisteminde bu ilk grup yasalara "postulat", öncül olarak kullanılan bu postulatlar sonucunda ispatlanan yasalara da "teorem" adı verildiği görülebilir.[171] Euclides'in bu yolu benimsemesindeki sebeplerden biri muhtemelen teoremlerin mantıksal olarak kesinliğini garanti altına almak niyeti oluğu söylenebilir. Böylelikle birtakım öncüller vasıtasıyla çeşitli yasalara ulaşma yöntemi literatüre kazandırılmıştır. Aksiyomatik-tümdengelimsel olarak kavramsallaştırılan bu yaklaşım biçimi uzun müddet matematik ve bilimin temel yaklaşımı olmuştur.[172] Euclides'in kurmuş olduğu bu sistemin analizinde iki önemli sonuçla karşı karşıya kalırız. Öncelikle Euclides'in kurduğu yöntemin analizi bize, matematiksel doğruluğun doğasını anlamak noktasında yardımcı olur. İkincisi Euclides geometrisi tarihsel olarak bir matematiksel disiplinin ilk aksiyomatik temsil örneğini de verir.[173]

Euclides'in postulatlarını biraz daha yakından baktığımızda dikkate değer bazı sonuçlara ulaşırız. Evvela Euclides'in ilk üç postulatına göz gezdirdiğimizde rahatlıkla yeryüzü ölçütleri gibi edimsel bir alanı doğrudan ele almadığını görürüz. Çünkü fiziksel olarak düşünecek olursak, herhangi bir noktadan bir başka noktaya çizilecek bir düz çizgi her zaman bir doğru belirtmez. Engeller (arazi yapısı, deniz, çukurlar) genellikle bunu engeller. Böylece Euclides'in geometrik sisteminin içinde mutlak bir engelin yer almadığı ve mutlak bir dış sınırın olmadığı – en azından ilk üç postulat sonucunda- bir uzayın kavramsallaştırması olduğu iddia edilebilir.[174]

Diğer iki postulata göz gezdirdiğimizde ise özellikle son postulat ile alakalı fazlasıyla iddia dile getirilebilir. Neredeyse Euclides zamanından beri, *Elementler* üzerine çalışan birçok kişi için, Euclides'in "paralel postulatı" adı verilen beşinci postulatı ciddi bir sorun olarak görülmüştür.[175] Adı geçen postulattaki göze çarpan ilk sorun, onun diğer postulatlara nazaran bir hayli karmaşık bir yapıya sahip olmasıdır. Dahası o, formüle edilirken diğer postulatlardan daha fazla kelimeye ihtiyaç duyar. Bir başka sorun ise beşinci postulatın yapı itibariyle Euclides'in

[171] Barker, *a.g.e.*, s. 37.
[172] Ali Ülger, "*Matematiğin Kısa Bir Tarihi*,", s. 123.
[173] Carl G. Hempel, "*Geometry and Empirical Scienece*", Published in American Mathematical Monthly 52, 1945. s. 7.
[174] Stephen F. Barker, *Matematik Felsefesi,* s. 38-39.
[175] "… paralel postulat olarak bilinen bu kural, açıkça, paralel olmayan iki doğrunun, sonunda bir noktada birleşeceklerini belirtmektedir." Alıntı, açıkça paralel postulatının niçin büyük bir sorun olarak görüldüğünün sebeplerden biridir. Richard Mankiewicz, *Matematiğin Tarihi,* s. 188.

ispatladığı teoremlerin bazılarına yakından benzemesidir.[176] Yani, görünüşte beşinci postulat bir postulattan ziyade, sistemdeki teoremlere daha fazla benzeyen bir yapıya sahipmiş gibi görünür. Dolaysıyla bu bakış açısında hareketle, beşinci postulatın, diğer dört postulatın sahip olduğu kadar kendinden-açık bir doğaya sahip olmaması, onun, kural-dışı olduğu izlenimini yaratmıştır. O, kuşkusuz ki diğer postulatlardan çok daha fazla karmaşık ve ayrıca onlara kıyasla daha az açık bir biçimde doğru görülmüştür.[177]

Buradan bakıldığında beşinci postulatın sistem içinde bir anomali oluşturduğu iddia edilebilir. Ama bu anomalinin Kuhncu literatür bağlamında bir anomali olduğu değerlendirilmesini yapmak pek mümkün görünmemektedir. Çünkü Kuhn'un izlencesinde bir paradigmada beliren anomali, ancak zaman içinde sorulan sorulara cevap verilemediği taktirde ortaya çıkan birtakım aksaklıklara göndermede bulunur. Ancak beşinci aksiyom zaman içinde değil, neredeyse Euclides onu ortaya atar atmaz bir anomali olarak karşılanmış ve bu suretle de yakından incelemelere tabi tutulmuştur.[178] Dolayısıyla yola beşinci aksiyomun yarattığı anomalinin Kuhncu literatürde önemli bir yer kaplayan anomaliden farklılıklar gösterdiğini vurgulayarak devam etmemiz gerekecektir.

Euclides geometrisinin oluşum şekli göz önüne alındığında, onun paradigma görüşüyle bağı ne derece kurulabilir? Euclides'in Elementleri kaleme almadan önceki süreç bize Kuhn'un paradigma öncesi dönemini hatırlatır. Bir takım okullar ve kişilerce yapılan dağınık çalışmalar, çeşitli perspektiflerle paradigma olmaksızın icra edilen döneme tekabül edebilir. Bir tarafta çalışmalarını mistik görüşleri ile devam ettiren Pythagorasçılar, diğer tarafta kendi işlemlerini dışarıya vermekten geri duran sofistler ve daha irili ufaklı okulların alan içinde yaptığı katkılar vardır. Bu okullar arasında felsefi ve dini farklılıklardan kaynaklı bir rekabet olduğunu ve bu rekabetin geometriye dayalı çalışmalar için de geçerli olduğunu iddia edersek, bu durumda incelenmesi gereken kuruluş aşaması itibariyle Euclides geometrisinin

[176] Stephen F. Barker, *Matematik Felsefesi*, s. 59.
[177] Barker, *Matematik Felsefesi*, s. 60.
[178] Alan Musgrave, erken dönem geometricilerin Euclides'in beşinci postulatının doğruluğundan şüphelenmediklerini ama pek çoğunun postulatın aşikâr ya da apaçık bir doğru olup olmadığına yönelik şüpheyi hemen duyduklarından bahseder. Bu konuda şühe duyan erken dönem matematikçilerden biri olarak Proclus'u gösterir. Daha fazla detay için bknz. Alan Musgrave, *Sağduyu, Bilim ve Şüphecilik*, çev. Nur Küçük, İthaki Yayınları, İstanbul, 2013, s. 285.

Kuhncu anlamda bir paradigmaya uyup uymadığıdır. Bu inceleme için de Euclides geometrisinin tarihi gelişimine daha fazla odaklanılmalı ve ona alternatif olarak geliştirilen çalışmaları bakmak gereklidir.

2.4. Euclides Geometrisi Üzerinde Alternatif Çalışmalar

*Elementler*in mantıksal ve tutarlı bir şekilde ortaya konulması ile birlikte birçok kişi için kusursuza yakın bir metin olduğu konusu geniş bir mutabakatla kabul edilmiştir. Metindeki ispatların sadeliği, kolay anlaşılır oluşu, Platon ve Aristoteles gibi büyük otoritelerin söylediklerini anımsatan bir tarzda kaleme alınmış olması, onun saygınlığını zamanla arttırmıştır. *Elementler*in kusursuz görünümüne karşın, bazı matematikçilerin tespitiyle birtakım sorunlar ihtiva ettiği anlaşılmıştır. Bu sorunların en büyüğü literatüre "paralel aksiyomu" olarak geçen, Euclides'in beşinci aksiyomudur. Onun hem anlaşılmasının zorluğu hem de postulattan ziyade, Elementler'in içindeki teoremlere benzemesi tartışmaların başlıca sebeplerindendir. Sorunun çözümü konusunda zaman içinde alternatif yöntemler uygulanmış ve tüm çabalar geometri tarihinin seyrini değiştirmiştir. Sistem içinde bir anomali olarak ele alınabilecek beşinci postulat sorununa geliştirilen bazı yaklaşımlar burada önemli bir yer kaplar. İlk olarak sistem içinde beşinci postulattan tatmin olmayan düşünürler, onu elemine etmenin yollarını aramaya başlamışlardır. Beşinci postulatın, bir postulattan ziyade teoremlere benzemesi düşünürlerin çabalarına yön veren yaklaşımı oluşturmuştur. Beşinci postulattan tatmin olmayan düşünürlerin nihai hedefi, onun diğerlerinden bağımsız; yani, yalnız ilk dört postulatı varsayan yeni bir uslamlamayla, bir teorem olarak ispatlanabileceğini düşünmüşlerdir.[179]

Beşinci postulat sorununu çözmek için geliştirilen bir diğer yaklaşım ise, onu tümden ortadan kaldırarak, daha basit ve kendinden açık yeni bir postulat ile yer değiştirmeyi amaçlamıştır. Bu yaklaşımı benimseyenler için, hem bir postulatın doğasına uygun yeni bir postulat sisteme dahil edilmiş olacak hem de beşinci postulatın bir teorem olarak ispatlanabilmesinin önündeki engel ortadan kalmış olacaktır.[180] Zaman içerisinde ilk yaklaşım benimsenmiş olmasına rağmen istenilen sonuçlar alınamamıştır. Euclides'in Yunan ve Arap takipçileri ise ikinci yaklaşımı benimsemişler ve konu üzerinde önemli çalışmalar yapmışlardır. Ancak ortaya konan

[179] Stephen F. Barker, *Matematik Felsefesi*, s. 60.
[180] Barker, *Matematik Felsefesi*, s. 60.

tüm girişimler tatmin edici olamamıştır. Her bir durumda ya ciddi mantıksal hatalar içeren sonuçlara ulaşılmış ya da en az beşinci postulat kadar karmaşık ve anlaşılması zor bir postulat elde edilmiştir.[181] Ancak bu gibi girişimler sonucu ortaya çıkan ispatların mantıksal iş görme açsından değeri yadsınamaz. Birçok düşünür tarihsel süreçte bu yaklaşımın sonuç vereceği ümidiyle kendi çalışmalarına yön vermişlerdir.

Bu iki yaklaşımı Kuhncu çerçeveyle ele aldığımız takdirde, bizi birtakım önemli tespitler yapmaya götürebilir. Öncelikle hatırlanacağı üzere paradigma merkezli yapılan çalışmalarda birtakım sorunlarla zaman içerisinde karşılaşılır. Kuhn açısından bu sorunlar ortaya çıktığında bilim insanlarının genel eğilimi paradigmada bir kusur görmekten ziyade, kendilerine dönüp, çalışmalarının hatalı olduğunu düşünmek yönündedir. Bu durum yaptığı iş sırasında bir sorunla karşılaşan ustanın kullandığı aletini suçlamak yerine, kendisini suçlaması olarak betimlenebilir. Ancak paradigma bağlamında ele almaya çalıştığımız Euclides geometrisinin tarihsel gelişimi özel bir çizgide ilerliyor gibidir.

Yukarıda vurgulamaya çalıştığımız iki yaklaşımı benimseyen matematikçiler açık şekilde karşılaştıkları sorunların kökenini kendi çalışmalarında aramaktan ziyade, doğrudan paradigmanın kendisinde, yani Euclides'in geometrik inşasında aramışlardır. Dolayısıyla Kuhn'un sıklıkla paradigmaya bağlılığı salık verdiği yerde, onlar paradigmanın dışında, paradigma-üstü kurallarla, hatalı olduğunu düşündükleri yapıya yeni bir düzen kazandırmaya çalışmışlardır. Bu durum onların paradigmaya bağlılığı yüksek bir ahlaki ödev olarak görmediklerini gösterir. Nihayetinde Euclides geometrisini bir paradigma olarak göreceksek bile, Kuhn'un paradigma görüşünden açık şekilde ayrı bir tarzda gelişim çizgisi gösterdiğini vurgulamak gerekir. Bu durumun en büyük sebebi anomalilere yaklaşım tarzından kaynaklanır. Kuhn'un anomali olarak gördüğü aksaklıklar paradigmanın cevap veremediği sorunlar biriktiği zaman karşılaşılan bir duruma göndermede bulunur, ama Euclides'in geometrisi örneğinden görüldüğü üzere beşinci aksiyom üzerine geliştirilen yorumlar, onun daha en baştan bir anomali olarak görülmesine ve dolayısıyla düzeltilmesi gereken bir sorun olduğu izlenimi uyandırmıştır. Matematikçiler, Euclides geometrisinin ilk zamanlarından itibaren, bir anormallik olarak gördükleri beşinci aksiyom üzerine çalışmalarını gerçekleştirerek, Kuhncu izlencenin çizdiği

[181] *A.g.e.,* s. 60.

çerçeveden ayrı bir yola girmişlerdir. Bu ayrı yol Euclides-dışı geometrilerin gelişim aşamalarında daha net görülecektir.

2.5. Euclides-dışı Geometriler İçin İlk Adımlar

Beşinci postulatın yarattığı sorunun çözümü için girişilen tüm çabalar uzun yıllar boyunca çözüm verememiştir. Matematikçiler postulatın sorunlu yapısını görmelerine rağmen bir türlü çözüm içeren yaklaşımı geliştirememişlerdir. Bu yönüyle alan içinde büyük bir bunalıma evrilen sorun yüzyıllarca çözüme kavuşamamıştır. Paralel aksiyomu üzerine özgün düşüncelerin ortaya çıkmasına imkân tanıyabilecek ilk girişim tarihsel arka plan göz önünde bulundurulduğunda Ömer Hayyam'ın çalışmalarıdır. Hayyam'ın konu üzerinde ele aldığı argümanın ilginç sonuçları vardır. Argüman incelendiğinde dar açılı, geniş açılı ve dik açılı hipotezler olarak daha sonra bilenecek olan üç durum tarihte ilk kez açık bir şekilde bulunur.[182] Adı geçen bu üç durumun sırasıyla Bolyai, Lobachevsky ve Riemann'ın Euclides-dışı geometrilerinin oluşumuna sebep olduğu bilinir. Bu üç durum, onları keşfeden David Smith'in çalışmasıyla, astronom Nasıreddin El-Tusi ve Farisi Matematikçi Hayyam tarafından alıntılanmıştır. Özellikle Nasır'ın Euclides üzerine çalışmaları 1594'de Arapça ve 1651'de Latince baskılar vasıtasıyla akademik çevrelerde bilinmeye başlamıştır. Latince baskı, çalışması geniş bir şekilde okunan Oxford'lu matematikçi John Wallis'den dolayı alan içinde çok iyi bilinir.[183] On sekizinci yüzyıla gelindiğinde ise beşinci postulatın diğer postulatlardan bağımsız olmadığını ispatlamanın yolu, yukarıdaki hipotezlerden yardım alarak[184] İtalyan matematikçi Saccheri tarafından geliştirilmiştir. Reductio ad absurdum[185] adı verilen dolaylı uslamlama yöntemini ile Saccheri bir çelişki aramaya koyulmuştur.[186] Argümanın temel mantığı beşinci postulatın diğer postulatlardan bağımsız olduğunu varsaymaya ve sonrasında ise varsayımın bir çelişkiyi yol açtığını göstermeye

[182] Dirk J. Struik, "*Omer Khayyam, Mathematician*" The Mathematics Teacher, Vol. 51, No. 4 (April 1958), s. 283.
[183] Dirk J. Struik, "*Omer Khayyam, Mathematician*," s. 283.
[184] ''Matematikçiler beşinci postulat üzerine çalışmaya devam etti, özellikle 11. yüzyılda al-Khayyami ve 13. yüzyılda Nasir al-Din al-Tusi ile. Bu matematikçilerin Latince'ye çevrilen yapıtları, Cizvit'li matematikçi Giroloma Saccheri'yi etkilemişti." Richard Mankiewicz, *Matematiğin Tarihi*, s. 189.
[185] "Olmayana-ergi (reductio ad absurdum, kısaca RAA), klasik çağdan beri kullanılan güçlü, hatta kimi durumlarda vazgeçilmez bir ispat yöntemidir. Yöntemin özünü söyle dile getirebiliriz: İspatı istenen önermenin, yanlış sayılması halinde, bir çelişkiye yol açıp açmadığına bakılır: Çelişki varsa, ispata konu önermeyi yanlış değil, doğru sayma gereği ortaya çıkar; çelişki yoksa, önerme yanlış demektir, reddedilir." Bknz: Cemal Yıldırım, *Matematiksel Düşünme*, s. 35.
[186] Stephen F. Barker, *Matematik Felsefesi*, s. 61-62.

dayanır. Saccheri böylelikle beşinci postulatın diğerlerinden bağımsız olduğunu varsayarak örtük bir şekilde diğerlerini doğru kabul etmiş ve akabinde uyguladığı yöntemle beşinci postulatın yanlış olduğunun mantıksal olanağını gösterme imkânı bulmuştur.[187] Saccheri uslamlaması gösterebilmek için, taban açıları dik ve tabana bitişik kenarları çakışık olan dörtgenleri ele alır. Bu durumda Ömer Hayyam'da da gözlemlediğimiz olası üç durum tartışılır:

İlk durum: Tavan açılar dik açılardır.

İkinci durum: Tavan açılar geniş açılardır.

Üçüncü durum: Tavan açılar dar açılarıdır.[188]

Saccheri eğer varsayımındaki ilk durum doğruysa, beşinci postulatın da doğru olması gerektiğini başarıyla göstermiştir, ancak o beşinci postulatın yanlış olduğunu düşündüğünden ilk durumu bir kenara bırakmıştır.[189] Saccheri geniş açılı varsayımını ihtiva eden ikinci durumu ele aldığında, onu da kolaylıkla çürütmüştür, fakat dar açılı varsayımı bünyesinde barındıran üçüncü durumdan herhangi bir çelişki çıkarmakta sürekli başarısız olmuştur. Geleneksel matematiksel görüşün yoğun etkisinde kalmış olan Saccheri için "sezgi"ye başvurmak dışında hiçbir çıkar yol yok gibi görünmüştür. Ancak bu durum açıkça kendi başlangıcı açısından mantıksal bir hatadır.[190]

Saccheri kendi varsayımı ile üçüncü durum arasında mantıksal bir çelişki yakalayamadığı için başarısız olmuştur. Buna rağmen Saccheri gerçekten farkında dahi olmadan farklı ve bir o kadar da önemli sonuçlara ulaşmıştır. O, üçüncü varsayımının mantıksal hatasını ararken, onun üzerinde birçok yaklaşım geliştirmiştir. Bu yaklaşımlar Euclides geometrisinin teoremlerine paralel, ama tuhaf bir şekilde onlardan farklı yapıları ihtiva eder. Saccheri ulaşmış olduğu sonuçların ayırdına varmaksızın, aslında yeni tip geometriler için çok önemli teoremleri bir şekilde ispatlamıştır.[191] Ancak bu konu üzerinde tam bir mutabakat olmadığının söylenmesi gereklidir. Bazı matematik tarihçileri, Saccheri'nin Euclides karşıtı ilk geometrik sistemini kurmaya kendini inandıramadığını, çünkü esasen onun nihai

[187] Barker, *a.g.e.*, s. 62.
[188] *Matematiksel Düşünme*, s. 36.
[189] Stephen F. Barker, *Matematik Felsefesi*, s. 63.
[190] Yuxin Zheng, "Non-Euclidean geometry and revolution in mathematics", s. 174.
[191] Stephen F. Barker, *Matematik Felsefesi*, s. 63-64.

hedefinin yeni bir geometrik sistem inşa etmekten ziyade, beşinci postulatın geçersizliğini ispatlamak olduğunu iddia ederler.[192] Özellikle dinsel eğitiminin de etkisiyle, kimi teolojik gerekçeler de göstererek yeni bir geometriyi keşfetmekten kendini uzaklaştırdığı düşünülür.[193] Bu konuda tam bir mutabakat olmasa da şüphe duyulmayacak bir gerçek, Saccheri'den sonra gelecek kuşağın –özellikle bu konu üzerinde akademi içinde çalışma yapan çevreler- onun bu yaklaşımlarını ciddi dayanak noktası olarak kendi çalışmalarında kullanmasıdır.

2.6. Euclides-dışı Geometriler

Saccheri'nin çalışmaları kendi istediği şekilde sonuçlanmamasına rağmen, on sekizinci yüzyıl matematikçileri tartışmalı beşinci aksiyom ile alakalı analizler yapmayı sürdürmüştür. Saccheri kendisinden sonra gelen matematikçilerle karşılaştırılırsa, onların da beşinci postulatı ispatlamaya –en azından ilk zamanlarda- çalıştıkları görülür. On dokuzuncu yüzyılın çoğu matematikçisi gibi, konu üzerinde önemli çalışmalar yapan isimler de aşama aşama bu girişimlerin başarısızlığı yoluyla böyle bir ispatın bulunmasının imkansız olduğuna inanmaya başlamıştır. Ancak kendilerinden önceki matematikçilere kıyasla, bu matematikçilerin boş durmadıkları ve olası bir başka geometri türünü geliştiren daha ileri sonuçlara gitmeye başladıkları görülür.[194] Konu üzerinde çalışmalar sürerken matematik tarihçisi Dirk Struik, ünlü matematikçi Carl Friedrich Gauss'un 1816 yıllarında Euclides-dışı geometriyi bildiğini, fakat bu konuda herhangi bir yayın ortaya koymadığını iddia eder. Bu hususta bilgimizin kaynağı olarak Gauss'un mektuplarını gösteren yazar, adı geçen mektuplarda Gauss'un Euclides'in meşhur paralel aksiyomu ile ilgili çalışmaları olduğundan bahseder.[195] Ancak buna rağmen Gauss'un Euclides'in Platoncu ideallerine karşı çıkarak, çağdaş eğitimin gerekliliklerine uygun olarak ve başlangıç

[192] "İzdüşüm geometrisinin kökeni matematik veya bilime dayanmayıp sanata dayandığı için bütün geometri çeşitleri içinde eşsiz bir yere sahiptir ve Öklidyen geometrinin özelliklerini taşımamaktadır. John Tabak, izdüşüm geometrisini ilk Öklidyen olmayan geometri olarak kabul etmektedir. Fakat Tabak dışındaki birçok geometrici, XIX. yüzyılda oluşturulan Öklidyen olmayan geometrilerden (hiperbolik, eliptik gibi) önce yapılan çalışmaları, Öklidyen geometriye tam anlamıyla alternatif birer sistem olarak ortaya çokmadıkları düşüncesiyle Öklidyen olmayan geometriye bir örnek olarak kabul etmemişlerdir." Daha detaylı bilgi için bknz. Sümeyra Demir, "*Öklidyen Olmayan Geometrilerin Oluşumu*", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2016, s. 28.

[193]Richard Mankiewicz, *Matematiğin Tarihi*, s. 189.
[194]Yuxin Zheng, "*Non-Euclidean geometry and revolution in mathematics*" s. 174.
[195] Dirk J. Struik, *Kısa Matematik Tarihi*, s. 205.

niteliğinde görülebilecek "Elements de Geometrie" isimli bir kitap hazırladığı bilinmektedir.[196] Birçok dile çevrilen metinin geometri tarihindeki etkisi tartışılmazdır, ancak metnin daha çok Gauss'un felsefi sorunlarından hareket edilerek oluşturulduğu iddia edilebilir. Metin bu yönüyle de Euclid-dışı herhangi bir geometriyi tanıtmaktan ziyade, Euclides geometrisi üzerinde felsefi ve tarihsel bir soruşturmadan doğmuştur. Tüm bunlara rağmen Gauss'un Euclides-dışı geometrilerin gelişime doğrudan katkısı olmasa da dolaylı olarak katkısı inkâr edilemez.

Genç Macar matematikçi Janos Bolyai ile Gauss'un ilişkisi Euclides-dışı geometrilerin gelişimi için net bir göstergedir. Euclides'in beşinci postulatının sorunlu yapısı için bir çözüm geliştirilememişken, Bolyai özel bir yaklaşımla işe koyulmaya başlamıştır. O ilk olarak beşinci postulatın bağımsızlığını kabul etmeye başladıktan sonra, başka postulatlara dayanan bir geometrinin kurulabilmesinin olanaklı olduğunun ayırdına varmıştır.[197] Kendisi de matematikçi olan Bolyai'nin babası, oğlunun geleneklere karşı ciddi bir karşı çıkış olarak yorumladığı bu çalışmasını, kendisinin üniversiteden arkadaşı olan Gauss'a göndermiştir. Çalışmayı değerlendiren Gauss, Bolyai'nin çalışmalarını şevkle onaylamasına rağmen, onu övemeyeceğini, çünkü kendisinin yıllardır bu konularda düşünceleri olduğunu belirtir. Sonraki süreçte çalışmasının özgün olmadığı gerekçesiyle düş kırıklığına uğratılan Bolyai, bir başka matematikçi olan Labocevski'nin çalışmasının Almanca baskısında kendi işlemlerini görünce büyük bir yıkım yaşamış ve bu hadiseden sonra bir daha matematikle uğraşmamıştır.[198]

Yaşanılan hadise bir hayli trajik olmasına rağmen, konu üzerinde iki sonuca vesile olduğu için değerlendirilmeye açıktır. İlk olarak Bolyai tarihteki ilk Euclides-dışı geometriyi yaratan kişilerden biri olarak değerlendirilebilir.[199] İkinci olarak ise Bolyai ile Gauss arasındaki ilişkiden ortaya çıkan durumdur. Genel olarak paradigma görüşü hakim bir kuram ve o kuram etrafında toplanan insanları kuşatan bir anlamda kullanılabilir. Gauss'un, Bolyai üstündeki tavrı bir bilim dalında otorite olarak

[196] Struik, *a.g.e*, 206-207.
[197] *A.g.e*., s. 240.
[198] A.g.e., s. 241.
[199] Matematik tarihçisi Richard Mankiewicz ilk Euclides karşıtı geometrinin 1766 yılında "Theory of Parallel Lines" adlı eserinde Johann Heinrich Lambert tarafından oluşturulduğunu iddia eder. Konu üzerinde daha fazla bilgi için bknz: Richard Mankiewicz, *Matematiğin Tarihi*, s. 191.

görülen kişi veya kişilerin, o bilim dalının gelişimi için ne denli önemli olduğunu gösterir. Yukarıdaki hikaye geniş bir tanınırlık oranına sahip ve güçlü bir paradigma geleneği ile iyice perçinlemiş olan Gauss'un, hakikat ve doğruluk nosyonlarını gözetmekten ziyade, kişisel ihtirasları ile değerlendirme yaptığının göstergesidir. Kesinlik ve mutlaklık açısından kendini her zaman merkeze koymuş bir bilim dalında bu örneğin kayda geçirilmesi gereklidir. Örnek, hem bilim-dışı faktörlerin bilim içinde etkinliğini gösterir hem de bir paradigmayı savunan insanların ya da güçlü bilim insanlarının alan içindeki hakimiyetini gösterir. Bu bağlam yapılan herhangi bir çalışmanın, doğruluğu ya da kesinliği dışında, başka birtakım unsurları da aşması gerektiğinin tipik göstergesidir.

Verilen örnek alanın gelişimi için olumsuz olmasına karşın, Gauss'un bir başka geometrici ile kurduğu münasebet alan içindeki hareketliliği –Gauss'un da beklemediği şekilde- artırmıştır. Euclides-dışı geometrilere yönelik özgün çalışmaları ile dikkatleri üzerine çeken Lobachevski, Gauss'un telkinleriyle Bilim Topluluğu'na dahil edilmiştir. Ama Gauss'un, Lobachevski'nin yapıtına bir önsöz yapmayı reddetmesi, matematikçiler arasında giderek yoğunlaşan devrimsel hareketleri tetiklemek noktasında faydalı olmuştur.[200] Ayrıca Gauss'un bu muamelesi aynı zamanda alan içerisinde Euclides-dışı geometrilere yönelik farkındalığı artırmak açısından da büyük hizmet vermiştir. Bu olay, Euclides geometrisinin alan içindeki hâkimiyetinin sarsılmasını en azından on dokuzuncu yüzyılda hızlandırmıştır.

Euclides-dışı geometrilerin tarihsel yolculuğu konu üzerinde daha ilginç sonuçlara bizi götürebilir. Bunun için tüm Euclides-dışı geomerilerinin yapılarının inceleyerek işe başlamak gerekir. Kazan üniversitesinde çalışmaları ile öne çıkan Rus matematikçi Nikolai Lobachevski 1829 yılında basılmış olan çalışmasıyla beşinci postulatın ispatlanamayacağını göstermiş ve sonrasında bu postulatın yerine bir yenisini ikame ettirerek yeni bir geometrik yapı sunmuştur.[201] O, Saccheri ve Lambert'in sezinlediklerini daha büyük bir kesinlikte görmüş ve bunlara dayanarak

[200] Richard Mankiewicz, *Matematiğin Tarihi*, s. 194.

[201] Özellikle "Rönesans Dönemi perspektif çalışmaları ile XVIII. yüzyıl 'görünenlerin geometrisi' optik çalışması gibi çalışmaların geometri yorumu Öklidyen değildir. Böylece bu gibi çalışmalar Öklidyen geometrinin her zaman geçerli olmayabileceği yönünde kuşkuları doğurmuşlardır. Bu kuşkular ise XIX. yüzyıla gelindiğinde ışığın doğrusal yapısı olmayabileceğini iddia eden Öklidyen olmayan geometrilerin oluşumuna önayak olmuştur." Alıntı ve daha detaylı bilgi için bknz. Sümeyra Demir, "*Öklidyen Olmayan Geometrilerin Oluşumu*", s. 11, 24.

en az Euclides kadar güçlü bir geometrik sistem kurmuştur.[202] Lobachevski'nin kendi geometrik sistemini kurarken getirdiği yenilik, beşinci postulatın yerine koyduğu yeni postulat ile görülebilir. Lobachevski'nin yeni postulatı herhangi bir doğrunun üzerinde olmayan bir noktadan o doğruya sonsuz tane paralel çizilebileceğini ima eder. Oysa bu özellik Euclides geometrisi için sadece bir doğru ile sınırlıdır. Buna ek olarak Labochevski geometrisinin yeni aksiyomuna göre, çizilen bu doğruların hiçbiri ilk doğruyla uzayın herhangi bir yerinde kesişmezler. Bu postulatın matematiksel ifadesi, tuhaf görünümüne rağmen, tutarlı geometrilerin ortaya çıkmasını sağlar. Labochevski ile neredeyse aynı dönemlerde yaşayan ve yukarıda ismini vurguladığımız genç Macar matematikçi Bolyai de kendi çalışmaları sonucunda Labochevski ile aynı sonuçlara ulaşmıştır.[203]

Bu yeni geometrileri biraz daha yakından incelediğinde hem kişisel deneyimlerimizi derinden sarsan hem de zihnimizi zorlayan birtakım sonuçlar barındırdığını gözlemleriz. Bunlardan biri üçgenin iç açıları toplamının iki dik açıdan küçük ve bu özellikle bağlantılı olarak bir üçgenin alanının daha küçük bir alana sahip olmasıdır. Bir diğeri çemberin çevresinin çapına oranının daima π'den büyük olmasıdır.[204] Bu ilkeler büyük bir şaşkınlıkla karşılanmasına karşın, onların mantıksal olarak hatalı olmadıklarını duymak daha büyük bir şaşkınlığa yol açmıştır. Euclides-dışı geometrilerin yavaş yavaş ortaya çıkması, geometride bu konu üzerinde dikkatleri artırmış ve çalışmalar hız kazanmıştır. Dönemin birçok düşünürü beşinci postulatın yerine koyulan yeni bir postulat sonucu geliştirilmiş geometrileri yakından takip etmiştir. Onlar bir süre sonra beşinci postulatın dışındaki diğer postulatlar değiştirilse, ne gibi sonuçlara varılabileceğini kısa sürede akıl etmeyi başarmışlardır. Konu üzerinde hız kazanan çalışmalar sonucunda geometride ses getiren bir diğer isim olan Alman matematikçi Bernhard Riemann öne çıkmıştır. Euclides'in birinci, ikinci ve beşinci postulatlarını değiştiren Riemann, kendi ürettiği postulatlara dayalı bir geometri inşasına girişir. Dönüşüm geçiren postulatlar aşağıdaki gibi:

1'. İki farklı nokta en az bir doğru belirler
2'. Bir doğru sınırsızdır.

[202] Mankiewicz, *a.g.e.*, s. 193.
[203] *A.g.e.*, s. 194-195.
[204] Stephen F. Barker, *Matematik Felsefesi*, s. 64-65.

3'. Bir düzlemdeki herhangi iki doğru kesişir. (Başka bir deyişle, paralel doğrular yoktur).[205]

Labochevski geometrisinin özelliklerini incelediğimizde düştüğümüz şaşkınlığa benzer deneyimleri Riemann geometrisinde de görürüz. Bunlardan biri üçgenin iç açıları toplamının iki dik açıdan büyük ve bu özellikle ilişkili olarak bir üçgenin alanının daima daha büyük bir alana sahip olmasıdır. Bir diğer şaşırtıcı özellik ise çemberin çevresinin çapına oranının daima π'den küçük çıkmasıdır. Hem Labochevskici hem de Riemanncı geometrilerinin özellikleri beraber düşünüldüğünde Gauss'un yıllar önceki "Euclidesçi olmayan geometri" terimini tam olarak karşıladıkları görülür.[206] Euclides-dışı geometriler tek tek ortaya çıktıktan sonra, bu konu üzerinde çalışmalar artarak devam etmiştir. Burada detaylı incelenmesi gereken öncelikle paradigma görüşü bağlamıyla adı geçen geometrilerin örtüşüp örtüşmediğini irdelemek olmalıdır.

2.7. Paradigma Görüşü Bağlamında Euclides-dışı Geometrileri Değerlendirmek

Euclides-dışı geometrilerin ortaya çıkışı kuşkusuz ki geometri tarihinde ayrıcalıklı bir yere sahiptir. Hemen hemen iki bin yıldır hâkim bir kuram olarak merkezde duran ve takipçilerine büyük bir güven aşılayan Euclides geometrisi, kendi tarihselliği içerisinde yorumlandığında Kuhncu bir paradigma olarak görülebilir. Ancak o, belli açılardan bir paradigma olarak değerlendirilmesine rağmen tam anlamıyla Kuhn'un çizdiği şemaya uygun hareket edebilir mi? Yani Kuhn'un paradigma görüşü ile ilintili olağan bilim, devrimsel dönüşüm, eş-ölçülmezlik gibi kavramları ile Euclides geometrisinin tarihi okunabilir mi? Burada esasen soruşturulmak istenilen tam olarak budur.

Modern matematikçilerin bakış açısından, Euclides'in diğer aksiyom ve postulatlarının yardımıyla beşinci postulatın ispatlanmasının imkânsızlığı ile Euclides-dışı geometrilerin belirmesi alelade veya oldukça doğal bir adımmış gibi görünebilir, ancak tarihsel olarak görülmektedir ki; bu gerçekten çok zor bir adım olmuştur, çünkü kuşkusuz, Euclides geometrisinin etkinliğinden ve gücünden kaynaklı egemen bir matematik görüşü zamanla belirmiş ve bundan ötürü de bu adımın atılması bir hayli güç zor olmuştur. Gerçekten de Euclides geometrisinin

[205] Cemal yıldırım, *Matematiksel Düşünme,* s. 40.
[206] Stephen F. Barker, *Matematik Felsefesi,* s. 65.

biricikliğinden ve mutlaklığından vazgeçilmeksizin Euclides-dışı geometrileri yaratmak imkân dâhilinde olmamıştır.[207]

On dokuzuncu yüzyıla kadar matematikçiler bu egemen anlayışı taşıyan sınıf olarak alandaki hâkimiyetlerini sürdürdüklerinden, Euclides-dışı geometrilerin ortaya çıkışı gecikmiş olabilir. Euclides geometrisi bağlamında bu egemen anlayışın tipik göstergesi Yunan döneminden beri sadece belli yaklaşımlarla beşinci postulat sorununun ele alınmasında görülür. Bu süre zarfında matematikçiler ısrarla ve büyük bir inançla sadece iki yaklaşımla beşinci postulatın yarattığı sorunu çözmeye çalışmışlardır. Yukarıda da vurgulandığı gibi bu yaklaşımlar, beşinci postulattan daha kesin ve daha güvenilir yeni bir postulatı, onun yerine geçirmek ve diğer postulat ve aksiyomları kullanılarak, onu bir teorem olarak sisteme dahil etmek olarak tarihselleştirilebilir. Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda, Euclides'in beşinci postulatının, matematikte baskın bir anomali örneği, geometrinin metafiziğini alt-üst eden ve nihayetinde yeni geometrilere yol açan bir güce sahip olduğunu söyleyebiliriz. Sırf bu örnek bile anomalilerin matematik tarihinde ne denli büyük rol oynadığının göstergesidir.[208]

Buraya kadarıyla incelendiğinde Kuhn'un görüşlerini destekleyen argümanlar olduğu gibi, onun görüşlerini desteklemeyen argümanlara da ulaşılabilir. Öncelikle matematikçilerin hemen hemen hepsi sadece belli başlı yaklaşımlarla soruna eğilmişlerdir. Bu, hem onların soruna daha eleştirel bakamadıklarının, hem de alan içinde yeni bilgilerin ortaya çıkaramadıklarının göstergesidir. Dolayısıyla onlar bir bulmaca çözme etkinliği olarak tasvir edilebilecek olağan bilimsel etkinliği icra etmişlerdir. Ama matematikçilerin beşinci postulatı sorunsallaştırmalarının tarihi düşünülecek olursa, bu erken bir döneme tekabül etmesi açısından Kuhn'u yanlışlar. Kuhn, bir paradigma ortaya çıkışından uzun süreler sonra anomalilerin belireceğini ve bilim insanlarının bu anomalilerle ilgileneceğini ima eder. Ancak beşinci aksiyomun sorun olarak nitelenmesi neredeyse Euclides geometrisinin ortaya çıkış tarihine yakındır. Ayrıca burada beşinci postulatı sorunsallaştırmak doğrudan Euclides geometrisini ve dolayısıyla paradigmayı sorunsallaştırmak demek olacağından, Kuhn'un izlencesi burada takip edilemez. Beşinci postulatı sorun eden

[207] Yuxin Zheng, "Non-Euclidean Geometry and Revolution in Mathematics", s. 175.
[208] Herbert Mehrtens, "T.*S. Kuhn's Theories and Mathematics: A Discussion Paper on the 'New Historiography' of Mathematics*", s. 27.

matematikçiler bu yönüyle Euclides geometrisinin kendisini sorun ederler ve onu düzeltmek için beşinci postulatı ele alırlar.

Kuhn açısından paradigma görüşü bağlamında, bilim insanlarının yaptıkları çalışmalar ile paradigma arasında bir çelişkinin belirmesi paradigmanın sorgulanmasını değil, bilim insanlarının kendi çalışmalarını sorgulamasını gerektirir. Ama Beşinci postulat üzerine yapılan çalışmalarda matematikçiler, doğrudan paradigmanın hatalı yönü olarak nitelendirdikleri kısmıyla ilgilenmiş ve kendi çalışmalarında hiçbir sonuç alamamalarına rağmen sürekli aynı yöntemlerle sorunu çözmeye uğraşmışlardır. Bu durum aslında matematikçilerin kuramları ile güçlü bağlar kurduğunun da göstergesidir. Matematikçiler, özellikle kriz üretilebilen problemleri ele almak için tekniklere ve engin bir repertuara sahiptirler. Bu tekniklerden biri, temel sorunları görmezden gelmek ve matematiksel kavram ve teorilerin yararlılığı veya uygulanabilirliğine güvenmektir.[209] Ayrıca sonuç alamamalarına rağmen sürekli aynı yöntemlerde ısrar etmeleri, kendi çalışmalarını sorgulamadıklarını ama paradigmanın düzeltilmesi gerektiğine inandıklarının göstergesidir. Bu, matematikçilerin Kuhn'un izlencesindeki yorumun tam tersi istikamette bir yol aldıklarının gösterir. Buraya kadarki kısmı toparlayacak olursak; Euclides geometrsi bağlamında matematikçiler belli araçlarla kendi yöntemlerini sorgulamaksızın ve alana yeni bilgiler eklemeksizin çalışmışlardır. Bu yönüyle onlar Kuhn'un çizdiği yola yakın hareket ederler. Ama bunun aksine beşinci postulat gibi hakim kuramlarındaki bir anomaliyi çok erken fark etmiş ve temel olarak paradigmalarının bu sorunlu yapısını düzeltmeye çalışmışlardır. Bu tarz çalışmalar kuşkusuz Kuhn'un düşündüklerinden farklı hareket ettiklerinin göstergesidir. Burada diğer Kuhncu kavramların durumlarını Euclides bağlamında yorumlamak gerekir.

Bir paradigma olarak gördüğümüz Euclides geometrisinin en net kırılma noktasını on dokuzuncu yüzyıldaki çalışmalarda gözlemleyebiliriz. Özellikle Saccheri ve Lambert gibi yakın zamanda özgün çalışmalar ortaya koymuş matematikçilerin ürettikleri, on dokuzuncu yüzyıl matematikçilerinin temel dayanakları olmuştur. Ama uzun yıllar hâkim bir kuram olan Euclides geometrisine alternatif geometrilerin yaratılmaları için büyük bir kavramsal dönüşüme ihtiyaç vardır. On dokuzuncu yüzyıl bu kavramsal dönüşümün yaşandığı bir dönem olması

[209] Mehrtens, *a.g.m.*, s. 27.

hasebiyle önemli bir okumaya muktedirdir. Euclides-dışı geometrilerin yaratımı için gerekli bir ön gereksinim matematiksel doğruluğun "kesinliği"nin çürütülmesidir.[210] Özellilkle Lobachevski ve Bolyai gibi matematikçilerin beşinci postulatın ispatlanamayacağını göstermesi, yüzyıllardır doğruluğundan şüphe dahi edilmeyen Euclides geometrisinin kesinliğini sorgulamaya açmıştır. Bu soruşturma aynı zamanda alan içinde devrimsel çalışmaların da başlamasına vesile olmuştur. Gauss, Bolyai ve Lobachevski'nin Euclides-dışı geometrilerin devrimci doğasını oldukça açık bir şekilde fark ettikleri aşikârdır.[211] Adı geçen matematikçilerin alan üzerindeki devrimci farkındalıkları, onların Euclides-dışı geometriler geliştirmeleri ile sonuçlanmıştır.

Gauss'un Euclides geometrisine karşı çıkışının arkasında daha çok felsefi kaygılar vardır. Makaleleri çok farklı görünmesine rağmen Bolyai ve Lobachevski'nin iddiaları genel hatlarıyla birbirlerine çok yakın durur. Yeni düşüncelerin birbirinden bağımsız olarak nasıl Göttingen, Budapeşte ve Kazan'da ortaya çıktığı ve hemen hemen iki bin yıl süren hakimiyetin ardından hepsinin de birbirlerine yakın dönemlerde üretime geçmiş olmaları dikkat çekicidir. Dahası kısmen matematiksel araştırmaların coğrafi merkezi olarak kabul edilen yerlerin dışında, bu isimlerin olgunlaşmış olması da bize bazı ipuçları verir.[212] Öncelikle adı geçen merkezlerde, paradigmanın kurallarına haiz olmadan yapılan çalışmalar ile yeni geometrilere ulaşılması, Kuhn'un paradigma değişimi üzerine söyledikleri ile koşutluklar sergiler. Kuhn da paradigma değişimi için paradigmanın katı kurallarını benimsemeyenlerin önemini vurgular. Ancak bu konudaki koşutluğun tam olarak tamamlanabilmesi için devrim kavramının da gerçekleştiğini gözlemlemek gerekir. Peki, Euclides geometrisi ile ona alternatif oluşturan Euclides-dışı geometriler arasında bu denli bir devrim şeması olduğunu iddia edebilir miyiz?

Kuhn açısından bir bilimsel devrim meydana geldikten sonra eski paradigma atıl duruma indirgenir ve yerine onunla hiçbir mukayeseye imkânı olmayan bir yenisi ikame ettirilir. Euclides geometrisinin tarihini, ona alternatif olarak geliştirilen Euclides-dışı geometrilerle karşılaştırdığımız zaman Kuhncu devrim kavramının bu gelişimi açıklayamadığını rahatlıkla söyleyebiliriz. Bunun en önemli göstergesi

[210] Yuxin Zheng, "*Non-Euclidean Geometry and Revolution in Mathematics*", s. 179.
[211] Zheng, *a.g.m.*, s. 175-176.
[212] Dirk J. Struik, *Kısa Matematik Tarihi*, s. 241.

Euclides-dışı geometrilerin ortaya çıkışından sonra bile Euclides geometrisinin hala kullanılıyor oluşundan çıkarsayabiliriz. Bugün okullarımızda –ortaokul ve lise- gösterilen geometrinin büyük bir kısmı tam anlamıyla on üç kitaptan oluşan *Elementler*in sekiz ya da dokuz bölümünden derlenerek meydana getirilmiştir.[213] Kaldı ki Euclides-dışı geometrilerin yaratılması ile beraber Euclides geometrilerin günümüzde de kullanılmasının başka bir sebebi, Euclides geometrisin daha doğru veya daha üstün olması değil, gündelik yaşantımızda daha kullanışlı olmasıdır. Çevremizdeki katı cisimlere biraz odaklanmak, onların Euclides geometrisinin özelliklerini ne kadar yansıttığını bize gösterecektir.[214] Dahası bugün kuramsal açıdan Newton fiziği üzerine çalışma yapan birçok kimse Euclides geometrisinin temellerine rastlayacaktır. Euclides-dışı geometrilerinin çıkışı bu teorik alt yapıyı ortadan kaldıramamıştır. Tüm bunlara ek olarak Euclides geometrisi ile Euclides dışı geometriler arasındaki ilişkiye odaklandığımızda Kuhn'un hem devrim hem de eş-ölçülmezlik kavramları ile ilgili özel sonuçlara rastlarız.

Ulaşacağımız en önemli sonuçlardan biri, Euclides-dışı geometrilerin çıkışının genel hatları ile Euclides geometrisine karşı olmadığıdır. Yani Euclides-dışı geometrileri kabul etmek, doğrudan Euclides geometrisini reddetmeyi gerektirmez. Euclides-dışı geometrilerin, Euclides'in beşinci postulatı üzerine yaşanan yoğun tartışmalardan sonra ortaya çıktıkları düşünülecek olursa, ortada birbirini deviren paradigma örneklerinden ziyade, bir arada bulunan ve alan içindeki bilginin genişlemesine olanak tanıyan farklı kuramlar olduğunu iddia edebiliriz. Bu, alan içinde birbirini deviren kuramlar olmadığının en net göstergesidir. Beşinci postulat üzerine yaşanılan tartışmalardan sonra, Euclides-dışı geometrilerin yaratılmasının Kuhncu anlamda bir devrim imajı göstermediğini tespit etmeyle birlikte, onlar üzerine yapabileceğimiz en önemli vurgu; Euclides-dışı geometrilerin Euclides geometrisinden neşet eden ve onun farklı perspektifler ihtiva eden alternatifleri olduğu yönündedir.

Burada vurgulanması gereken temel düşünce dönüşümcü veya devrimsel keşifler(Batlamyus'tan Kopernik'e dönüştürülen astronomi) ve oluşumsal keşifler(önceki doktrinler atılmaksızın yaratılan veya oluşturulan yeni alanların

[213] Struik, *a.g.e.*, s. 79.
[214] Bekir S. Gür, "*Matematik Belası" Üzerine: Matematik Felsefesinde Köşe Taşları*, Nesin Yayıncılık, İstanbul, 2016, s. 131.

içinde yapılan çalışmalar, örneğin enerjinin korunumu gibi) arasında bir ayrıma dayanmak gerektiğidir. Matematik tarihinde meydana gelen, ilk süreçten ziyade ikincisine tekabül eder gibi görünmektedir. Euclides dışı geometrilerin, Euclides geometrisini tahttan indirememesi, fakat Euclides geometrisinin çeşitli Euclides-dışı geometrilerle birlikte etkinlik göstermesi bunun ispatı niteliğindedir.[215] Birbirlerini dışlamayan bu alternatifler, farklı uygulama alanları ve yapıları ile birbirlerine doğruluk ve kesinlik açısından da bir üstünlük taşımamaktadırlar. Dolayısıyla burada, hem devrimsel bir ilerleme, hem tek bir kuram ekseninde kümülatif ilerleme nosyonlarından ziyade, alan içinde yatay bir genişleme, farklı perspektiflere dayalı bir çoğulcu yapının kurulduğuna vurgu yapmak gerekir.

Kaldı ki Kuhn'un devrim kavramının altına oyan bir başka detay da Euclides geometrisine alternatif olarak tek bir kuram değil üç farklı yaklaşımın peş peşe ortaya çıkmış olmasıdır. Yani Kuhn'un iddialarının dışında, Euclides-dışı geometrilerin alan içinde belirmesiyle Euclides geometrisine alternatif tek bir kuram değil üç kuram birden zaman içinde belirmiştir. Ayrıca tarihsel olarak incelendiğinde Kuhn'un söylediklerinin aksine ani, yıldırım çarpmasına benzer, mantıkla açıklanamayan, bir geştalt değişiminin alan içinde görülmediğine değinmek gerekir. Burada Euclides-dışı geometrilerin beşinci postulat üzerine yapılan tartışmalardan çıktığını söylemek doğrudan olaya mantıksal bir silsile katar. Buna ilaveten sırasıyla Hayyam, Saccheri, Lambert gibi isimlerin çalışmaları Euclides-dışı geometrilerin ortaya çıkması için sonraki matematikçilere teorik bir çerçeve sunmuş ve onlara sadece ufak eklemeler yapmak kalmıştır. Dolayısıyla ani bir gelişim olgusuna nazaran, zamanla evrilen görüşlerin, sonunda farklı perspektiflere sahip kişilerce tekrar yorumlanmasının söz konusu olduğu burada ileri sürülebilir.

Kuhncu devrim kavramı ile bağlantılı olan bir diğer önemli kavram eş-ölçülmezlik kavramıdır. Kavrama göre, devrim sonucunda yeni paradigma ile eski paradigma arasında, onları mukayese edebilecek hiçbir rasyonel ölçütün olmadığı yönündedir. Daha önceki söylediklerimize paralel olarak bu şekilde tanımlanan eş-ölçülmezlik kavramı alternatif geometrilerin gelişim şemasında görülmez. Beşinci postulata karşı çıkılarak yapılan çalışmaların Euclides-dışı geometrilere giden yolu açtığını düşünecek olursak, Euclides geometrisi ile onun alternatif yorumları daima

[215] Michael Crowe, "*Ten Laws' Concerning Pattens of Change in the History of Mathematics*", s. 19.

mukayese imkânına sahiptir. Kaldı ki tüm geometriler arasındaki yakın ilişki büyük matematikçi Felix Klein tarafından gösterilmiştir. Bu gösterime göre, Euclides geometrisi sıfır eğimli bir yüzeye işaret eder ve o, pozitif eğimli bir yüzey(küre gibi) üzerinde iş gören Riemann geometrisi ile negatif eğimli bir yüzeye uygulanan Labochevski geometrisi arasında yer alır.[216] Zaman içerisinde matematikçiler tarafından daha açık şekilde anlaşılması için adı geçen geometriler Klein tarafından kavramsallaştırılmış ve matematiksel yaklaşımları gösterilmiştir. Buna göre Euclides geometrisi parabolik geometri olarak adlandırılmıştır. Bu yönüyle parabolik geometri(Euclides geometrisi), bir taraftan eliptik geometrinin(Riemann geometrisi) ve diğer taraftan hiperbolik geometrinin(Labochevski gometrisi) limitidir.[217] Klein'ın bu çalışmalarından açıkça gördüğümüz Euclides geometrisi ile Euclides-dışı geometriler arasında her zaman mukayeseye olanak tanıyan bir bağlantının var olduğudur. Dolayısıyla bu konu özelinde Kuhn'un eş-ölçülmezlik kavramı da geçerliliğini yitirir.

Kuhn, Newton ve Einstein'ın kuramlarını sık sık eş-ölçülmezlik kavramını örneklemek için kullanır. Onun verdiği örneklerden çıkarılan sonuç, kuramları birbirleriyle kıyas edebilmemize olanak sağlayacak hiçbir rasyonel ölçüte sahip olmadığımız yönündedir. Ancak geometri tarihi üzerine yaptığımız bu araştırma Kuhn'un iddialarını boşluğa düşürecek mahiyete sahiptir. Newton kuramı göz önüne alındığında uzayın yapısının Euclides geometrisine uygun olduğu yaygın bilinen bir kanaattir. Buna karşı Einstein tarafından ortaya konan Genel Görelilik Teorisine göre uzayın yapısında birtakım farklılıklar geliştirildiği hemen göze çarpar. Genel Görelilik Teorisine göre, fiziksel evren çok karmaşık bir geometrik yapının üç boyutlu eğimli bir uzayıdır. O, hacim açısından sonlu fakat tüm yönler açısından sınırsızdır. Bu özellikler dikkate alındığında uzayın yapısı ancak Eliptik(Riemann) geometri aracılığıyla tanımlanabilir.[218] Newton'un ve Einstein'ın kuramlarındaki uzayın yapılarına bu bağlamda göz gezdirdiğimizde, onların hemen konumuzla ilgisini görürüz. İlk durumda Euclides geometrisi baz alınarak tanımlanmış uzaydan, ikincisinde Riemann geometrisine uygun bir uzay tanımlamasına geçildiğini hemen tespit ederiz.

[216] George Sarton, *Antik Bilim ve Modern Uygarlık*, s. 50.
[217] Sarton, *a.g.e.*, s. 50.
[218] Carl G. Hempel, "*Geometry and Empirical Scienece*", s. 16.

Einstein aslında Euclides-dışı bir geometrinin doğaya ilk gerçek uygulamasını temsil eden bu devrimci hareketi nasıl yapmıştır? Einstein'ın yeniliği, geometrinin temellerinde on dokuzuncu yüzyıl geleneğinden doğal olarak büyür, çünkü Einstein bu geleneği Newtoncu olmayan yeni özel görelilik mekaniği bağlamında yorumlar. Değişken eğriliğin Euclidesçi olmayan bir geometrisine anahtar geçiş, aslında Einstein, Helmholtz ve Poincare arasındaki geometrinin temelleri üzerine tartışmalar içinde geçen ve eşzamanlı olarak hassas bir şekilde konumlandırılan Lorentz kasılmasını dönen bir diskin geometrisine uygulamaktan kaynaklanmıştır. Dönen disk söz konusu olduğunda, Einstein, Helmholtz'i takip ederek, temel geometrinin deneysel bir belirlemesiyle (bu örnekte Euclides dışı bir geometriye dair deneysel bir belirleme ile donatmak için sert ölçme çubuklarının davranışını yerine getirmekte) hareket eder.[219] Sonrasında yaptığı bazı gözlemler bu deneysel geometrinin Riemann geometrisi olduğunu ona göstermiştir. Bu aşamadan sonra Genel Göreliliği inşa ederken Riemann geometrisine uygun bir evren görüşünü ortaya koymuştur.

Bu tespit bile Newton ve Einstein'ın kuramları arasında mukayeseye olanak tanıyacak bir yönün olduğunu kanıtlar. Kaldı ki yukarıda Euclides geometrisi ile ona alternatif olarak geliştirilmiş geometrilerden biri olan Riemann geometrisinin karşılaştırmaya her zaman açık olduğu belirtilmiştir. Buradan hareketle Euclides geometrisine uygun geliştirilen Newtoncu kuram ile Riemann geometrisini teorik bir çerçeve olarak kullanan Einsteincı kuram da birbirleriyle en azından *uzaysal ilişkiler* bağlamında kıyaslanabilir. Kuhn, Newton ve Einstein'ın kuramları içindeki bu uzaysal-geometrik bağlantıları görmezden gelmiş veya görememiş ve dolayısıyla olgunun kendisini kucaklayamayan eş-ölçülmezlik kavramı ile hataya düşmüştür.

Newton ile Einstein arasında kurmuş olduğumuz bu mukayese imkânını, geçmişe dönüp Aristoteles ile Newton arasında bile kurabiliriz. Örneğin, Aristoteles fiziğinin kurucu çerçevesi Euclides geometrisine, hiyerarşik ve teleolojik olarak düzenlenmiş bir evrenin arka plan anlayışına ve bu evrene uygun doğal yer ve doğal hareket kavramlarına dayanmaktadır. Klasik fiziğin kavramsal çerçevesi daha sonra Euclides geometrisini aynen korur, ancak beraberindeki doğal mekân kavramlarıyla

[219] Michael Friedmann, "*Kant, Kuhn, And The Rationality Of Science*", Philosophy of Science, Vol. 69, No. 2 (June 2002), s. 187.

birlikte hiyerarşik ve teleolojik olarak düzenlenmiş evreni ortadan kaldırır.[220] Dolayısıyla Aristotelesçi fiziğin bir parçası olarak Euclides geometrisi, sonraki dönemde benzer şekilde Newton fiziğinin de kurucu bir ögesi olmuştur. Bu durum yaratılan her kuramın kendi nesnesini yarattığı iddiasının dışında, kavramsal olarak Aristoteles ile Newton fiziği arasında mukayese yapmak için bize kuvvetli bir imkân verir. Bu iki kuram kuşku götürmeyecek şekilde Euclides geometrisini teorik olarak kullanmaları hasebiyle karşılaştırılabilirler. Buna ek olarak, Aristoteles'in fiziksel kuramı ile Newton'un fiziksel kuramı hiyerarşik ve teleolojik evren anlayışını kullanıp kullanmamaları açısından da bir karşılaştırmaya her zaman açıktır.

Toparlanacak olursa Kuhn'un paradigma kavramıyla bağlantılı bilimsel değişim modeli Euclides geometrisi bağlamında kuşatıcı olmaktan çok uzaktır. Geometri tarihindeki birtakım hadiseler Kuhn'un çizdiği şemayı hatırlatmasına rağmen, genel anlamda Kuhncu izlencenin geometri tarihine cevap veremediği ortadadır. Burada çok kesin sonuçlara varmadan önce, bu konu özelinde önemli iddialara sahip bir başka düşünürün görüşlerine üçüncü bölümde başvuracağız. Şimdi ise Kuhn'un örneğine yine eski dönemlerde rastlayacağını ima ettiği bir diğer paradigma benzeri yapıyı ele alarak soruşturmalara devam etmeye çalışacağız.

2.8. Astronominin Gelişim Aşamaları

Astronominin gelişiminde Babiller ve Mısırlıların yapmış olduğu bazı gözlemlerin çok etkili olduğu iyi bilinir. Ayın evreleri gibi özgün konularla ilgilenen Babiller, matematiksel çalışmaları ile doğru tahminlerde bulunmuş ve kendi takvimlerini icat etmişlerdir. Eski çağlarda yaşayan uygarlıklar arasında özellikle Mısırlıların ciddi astronomik çalışmalar yaptıkları da tarihsel olarak kabul edilir. Verimli Nil nehri kıyısındaki tarım alanlarının sulanması ve olası sel tehlikelerine karşı önlem alma ihtiyacı, Mısırlıların astronomi üzerine ilgisini diğer toplumlarda olmayan derecede arttırmıştır. Mısırlıların matematik ve geometri gibi disiplinlerde de yoğun çalışmalar yapması, onların astronomide ilerlemelerini kolaylaştırmıştır. Ancak genel kabul, muhtemelen bilimsel bir yöntem yoksunluğundan ötürü Mısırlıların astronomik çalışmalarının ciddi şekilde spekülatif olduğu yönündedir. Bunu yazılı kaynaklardan rahatlıkla gözlemleyebiliriz. Onların ileri çalışmalar

[220] Michael Friedmann, "*Kant, Kuhn, And The Rationality Of Science*" s. 186.

yaptıkları tahmin edilmesine rağmen, Mısırlılara ait olduğu düşünülen hiçbir astronomik tablo ve gözleme ilişkin kayıt bulunamamıştır. Antik dönemden kalan tüm kaynaklarını belirten Batlamyus'un Mısırlılara ait hiçbir kaynağa gönderme yapmadığı görülür.[221] Buradan bakıldığında Mısırlıların daha çok kendi günlük ve mevsimlik ihtiyaçlarından ötürü astronomi ile uğraştıkları görülürken, Babillerin ise daha entelektüel amaçlarla astronomik çalışmalar yaptığı iddia edilebilir.

Euclides geometrisinin tarihsel yolculuğunu incelerken gördüğümüze benzer bir gelişim çizgisini astronomi tarihinde de görmekteyiz. Yunanlıların ilgilendikleri konularda teorik çalışma yapmaya dönük eğilimleri, astronominin dönüşümü için de hayati bir önem taşımıştır. İlk olarak Pythagorasçılar müzik ve astronomiyi "sayı"ya indirgedikten sonra, müzik ve astronominin, aritmetik ve geometri ile bağlantılı olduğunu düşünmeye başlamışlardır.[222] Sonrasındaki dönemde Pythagorasçılar astronominin temelini geometrik bir çerçeveye oturturken, Eudoxus ise astronominin matematikleştirilmesine katkıda bulunmuştur. Astronominin tam anlamıyla matematikleşmesi ise Batlamyus ile tamamlanmıştır.[223] Daha önceki dönemde ise Eudoxus ve Batlamyus gibi düşünürlere ilham veren, düzenleniş şekli itibariyle fiziksel uzayın bir araştırması olarak kabul edilen Euclides'in *Elementler*idir. Özellikle Eudoxus'un, Elementler üzerine çalışmalar yaptığı iyi bilinen bir gerçektir. Burada özellikle Batlamyus'un çalışmalarına odaklanarak astronominin gelişimini Kuhncu çerçeve ile yorumlamaya çalışacağız. Kuhn'un Bilimsel Devrimlerin Yapısı'nda matematik ve astronomideki ilk paradigma örneklerine antik dönemde rastlanabilir vurgusu bu tavrımızın temel sebebidir. Sonrasında ise astronominin gelişim çizgisini Kopernik'e kadar götürüp özel sonuçlara varmaya çalışacağız.

2.9. Antik Yunan'da Astronomiye Bakış

Antik Yunan'da astronomi bir bilim olarak birçok okul ve onların temsilcileri tarafından özel ve ayrıcalıklı bir çalışma alanı olarak görülmüştür. Yunanlılar her ne kadar diğer tüm bilimlerde olduğu gibi astronomiyi de teorik bir çerçevede ele almış olsalar da, ilk dönem gerçekleşen astronomi çalışmaların çoğunda azımsanmayacak derecede spekülatif unsur bulunur. Tarihsel olarak bu çalışmaların ilkini

[221] Richard Mankiewicz, *Matematiğin Tarihi*, s. 27.
[222] Morris Kilne, *Mathematics: The Loss of Certainty*, s. 14.
[223] Yavuz Unat, *İlkçağlardan Günümüze Astronomi Tarihi*, Nobel Kitap, Ankara, 2013, s. 2.

gerçekleştirenler Pythagorasçılarıdır. Onlar astronominin temeline geometriyi koyarak, teorik düzeyde ilk astronomik çalışmaları yapmışlardır. Onların astronomide temel yaklaşımları kendi felsefi ve dini arka planlarını da oluşturan mistik ve metafizik görüşlerle bezenmiştir. Pythagoraçılar, kürenin en mükemmel geometrik cisim olduğu varsayımından hareketle Yer'i ve diğer bütün gök cisimlerini küre olarak tahayyül etmişlerdir. Dahası Yer'i evrenin merkezinden alarak, merkeze "Zeus'un Bekçisi" adını verdikleri "Merkezi Ateş" i yerleştirmişlerdir.[224] Bunlara ek olarak Pythagorasçılar daha sonra izlerini Aristoteles'te de göreceğimiz şekilde evreni Ay-altı âlem ve Ay-üstü âlem olarak ikiye bölmüşlerdir. Bu bölünmeye göre Ay-üstü âlem ölümsüz varlıkların, tanrı, tanrıça ve ruhların, Ay-altı âlem ise cansız varlılar ve ölümlülerin bulunduğu bölge olarak kullanılmıştır.[225] Sonraki dönemlerde ise Philolaos gibi sadık Pythagorasçılar Yer'in tıpkı bir gezegen gibi Merkezi Ateş'in çevresinde hareket ettiğine dair bir kuram ortaya koymuş ve böylece astronomi tarihinde oldukça önemli bir iş başarmıştır.[226]

Görüleceği üzere Pythagorasçılar astronomi tarihinde sonraki çalışmaları etkilemek açısından da dikkate değer varsayımlar geliştirmişlerdir. Yer'in döndüğü gibi çok değerli tespitlerde bulunmalarına rağmen, temel varsayımlarının çoğu spekülatiftir. Bunun en önemli sebebi, onların birtakım gözlemlere dayanarak yorum geliştirmekten ziyade, kendi felsefi ve dini arka planlarını göz önünde tutarak gözledikleri her şeyi bu görüşlere dayandırmasından ileri gelir. Ama buna rağmen onların etkileri sonraki düşünürlerin üzerinde yoğun olmuştur. Bu isimler arasında en önemlilerinden biri Platon'dur. *Epinomis* adlı eserinde sayma ile gece ve gündüz arasında kurduğu analoji doğrudan Pythagorasçı etkiyi yansıtır. Gündüzler ve gecelerin oluşmasına yönelik gökyüzündeki cisimlerin hareketli doğalarına gönderme yapan Platon, insanoğlunun sayma kavramını da buradan öğrendiğini ifade eder.[227] Astronomi üzerine doğrudan bir metni olmayan Platon'un özellikle matematik ve teolojik iddialarını öne sürerken sık sık astronomi ile ilgili düşüncelerini de dışarıya yansıttığını görürüz.

[224]Yavuz Unat, *İlkçağlardan Günümüze Astronomi Tarihi*, s. 20.
[225] Unat, *a.g.e.*, s. 21.
[226] *A.g.e.*, s. 22.
[227] Platon, *Epinomis*, çev. Adnan Cemgil, Sosyal Yayınları, İstanbul, 2001, s. 16.

Yunan felsefesinde Platonculuğun etkili olmaya başladığı bu dönemde çalışmaları ile öne çıkan bir diğer kişi Eudoxus'tur. Spekülatif kozmoloji ile ölçülebilir kozmolojiyi bir araya getiren Eudoxus, böylece evrenin işleyişini saptamak açısından gerekli çalışmayı yapan ilk kişilerden biri olmuştur.[228] Literatüre *ortak merkezli küreler sistemi* olarak geçen yaklaşımla Eudoxus, astronomiyi matematikleştiren kişi olarak kabul edilir. Ortak merkezli küreler sistemi gökyüzünde bulunan cisimlerin hareketini matematiksel bir şekilde açıklayarak, onların konumlarına yönelik bilgimizi artırıcı bir içeriğe sahiptir. Gökyüzü görünümlerini açıklamadaki başarısına rağmen, kurulan sistemin karışıklığı ve uygulamada istenilen başarıyı sağlayamadığı söylenebilir.[229] Buna rağmen Eudoxus'un yaklaşımının astronomi tarihinde etkisi yadsınmazdır. Antik Yunan'da bunun izlerini fazlasıyla görmekteyiz. Kuşkusuz bu izlerin ilkini Aristoteles'te görebiliriz.

Aristoteles'in astronomi çalışmalarına bir bütün olarak göz gezdirdiğimizde iki ayrıntı hemen dikkat çeker. Bunlardan ilki onun, kendisinden önceki tüm astronomi çalışmalarını yakından takip olduğudur. Bu noktada geçmiş birikimlerden fazlasıyla istifade eden Aristoteles, son tahlilde konu üzerindeki düşüncelerini geçmiş çalışmalarda gördüğü noksanlıklar üzerine inşa eder. Çalışmalarına daha dikkatli göz gezdirdiğimizde bu hemen dikkat çekecektir. Aristoteles'te dikkat çeken bir diğer ayrıtı; onun Pythagorasçıların geometrikleştirdiği, Eudoxus'un matematikleştirdiği evreni fiziksel olarak yorumlamasıdır. Kaldı ki onun fiziğini de felsefesinden ayırmak pek kolay değildir. Hem fizik hem felsefe onun düşünce çizgisinde bir bütün oluştururlar. Tüm evreni tam manasıyla açıklayabilmek için kapalı bir model ve birleşik bir sistem kurmak istemesi bunun sebeplerindendir.[230] Evreni tıpkı Pythagorasçılar gibi Ay üstü ve Ay altı âlemler olarak ikiye bölen Aristoteles, yine kendisinden önceki düşünürlere paralel olarak kürenin en mükemmel biçim olduğu inancıyla evrenin küresel olması gerektiğini düşünmüştür. Evrenin merkezinde dört temel elementin birleşimi ile oluşan hareketsiz Dünya yer alırken, Ay-üstü âlem ise esirden yapılmış kusursuz yapıları ile dairesel hareket yapan gök cisimlerinden müteşekkildir. Eudoxus'un ortak küreler sistemi modelini

[228] Cemal Yıldırım, *Bilim Tarihi*, s. 39.
[229] Yavuz Unat, *İlkçağlardan Günümüze Astronomi Tarihi*, s. 32.
[230] Cemal Yıldırım, *Bilim Tarihi*, s. 41.

benimseyip, bu modeli fiziksel bir yönle tekrar ele alan Aristoteles, kürelerin sayısını iki katına çıkarmakla işe başlamıştır. Daha önceden matematiksel hesaplamayı kolaylaştırmak açısından sisteme dâhil edilmiş olan bu küreler, yeni sistemle beraber mekanik bağlantıları sağlamak için kurgulanmıştır.[231]

Astronominin fizik bilimi ile yorumlanması konusu üzerinde durulması gereken bir detaydır. Aristoteles'in çalışmaları ile bu bilimlerden biri için yapılan gözlemlerin ve geliştirilen kuramların, diğerinin temel iddialarıyla iç içe geçmek zorunda olduğu bir dönemin başladığını görmekteyiz. Bu durum, gezegenler sorununu çözmek için yapılan çalışmalarda devinen bir Dünya fikrini benimsemenin niçin çok güç olduğunun sebebidir, çünkü devinen bir dünya fikrini benimsemek için kabul edilmiş yer fiziği kuramlarının değiştirilmesine ihtiyaç vardır. Dolayısıyla tarih boyunca astronomi ile uğraşan bilginler yer fiziği değiştirilmeği için, Dünya'nın dönebileceği gibi bir fikri pek akıllarına getirmemiştir.[232] Dahası bir filozof olarak Aristoteles'in zamanla kazandığı kuvvetli pozisyon düşünüldüğünde, onun söylediklerinin dışında görüşler belirtmek pek mümkün görünmemektedir. Aristoteles'in düşüncelerden dışında bu konuda görüş bildirmek sizi o dönemin entelektüel ortamından tecrit etmeye yeter gerekçelerdendir. Ama tüm bunlara rağmen Aristoteles'in temel iddialarının hemen akabinde önemli ve tarihsel sonuçları olan bir dizi çalışma olduğunu gözlemlemekteyiz.

Aristoteles'in çalışmaları henüz kökleşmemişken, onun görüşlerinin alternatifi olarak görülebilecek çalışmaları ile ün salmış olan düşünürler Herakleides, Aristarchus ve Hipparcus'tur. Bu isimlerden ilki olan Herakleides'in iddialarının oluşmasını sağlayan etki, geçmiş çalışmalarda gözlemlediği birtakım aksaklıklarıdır. Ona göre, Eudoxus ve Aristoteles'in kurmaya çalıştığı sistemler, hem hesap yapma açısından kusurlu hem de muhtevaları açısından karmaşık yapıya sahiplerdir.[233] Tanımladığı sorunlara yaklaşım konusunda bilim tarihinde özgün bir yer edinen Herakleides'in, temel iddiaları astronomi tarihi açısından önemli bir yer tutar. Kurmuş olduğu Yer-Güneş merkezli evren modeli bunun en büyük göstergelerindendir. Bu modele göre, Güneş sisteminin merkezinde hareket halindeki Yer bulunur ve Güneş, Ay ve dış gezegenler olarak adlandırılan Mars, Jüpiter ve

[231] Thomas S. Kuhn, *Kopernik Devrimi: Batı Düşüncesinin Gelişiminde Gezgen Astronomisi*, s.142.
[232] Kuhn, *a.g.e.*, s. 151.
[233] Yavuz Unat, *İlkçağlardan Günümüze Astronomi Tarihi*, s. 37.

Satürn, Yer'in etrafında dairesel hareket yaparak dolanırlar. Bunun dışında iç gezegenler olarak adlandırılan Merkür ve Venüs gezegenleri ise Güneş'in etrafında dairesel hareket yaparak dolanırlar. Herakleides'in modeli bu yönüyle Yer'in merkezde olduğu ve devinmediğine yönelik geliştirilmiş modeller ile Yer'in devindiği ve merkezde olmadığı modeller arasında bir ara geçiş olarak görülebilir. Model bu haliyle genel kabul görmese de yüzyıllar sonra ünlü astronom Tycho Brahe'nin çalışmalarında tekrar karşımıza çıkar.[234]

Batlamyus'un modelini ifade etmeye çalışacağımız kısımda daha detaylı bir şekilde ele alacağımız Aristarchus da astronomi tarihindeki önemli isimlerden biridir. Hemen hemen Herakleides ile aynı dönemde yaşamış ve benzer konuları sorunsallaştırarak çalışmalarını yürütmüş olan Aristarchus'un alan içinde birçok yenilik geliştirdiği söylenebilir. Evrenin merkezine sabit bir şekilde duran Güneş'i yerleştiren Aristarchus, Yer'in ise onun etrafında dolandığını iddia ederek özgün çalışmasının temelini kurmuştur. O, bu yönüyle kendisinden önceki bütün düşünürlerden tamamen farklı argümanlar içeren ilk astronomi kuramının sahibidir. Ayrıca tıpkı Herakleides'in çalışmalarının yüzyıllar sonra Tycho Brahe'de karşımıza çıktığı gibi, Aristarchus'un çalışmalarının da yüzyıllar sonra Kopernik'in çalışmalarında ortaya çıkması ilginç bir detaydır.

Yaklaşık olarak Aristarchus'tan bir yüz yıl sonra yaşamış olan Hipparcus'un çalışmalarının temelini ise daha çok Güneş ve Ay üzerine yaptığı hesaplamalar oluşturmuştur. Güneş ve Ay'ın devinimleri ile ilgili kurguladığı modelde Hipparcus, devinimlerin hesaplarını matematiksel olarak başarılı bir şekilde açıklamıştır.[235] Tüm bu hesapları yaparken Yer'i evrenin merkezine ve Güneş'i ise onun etrafında dönen bir konuma indirgemiştir. Hipparcus'un çalışmalarından çıkaracağımız iki önemli sonuç vardır. Bunlardan ilki onun çalışmasının matematiksel astronominin gelişimine ve özellikle trigonometri gibi alanlarda gösterdiği başarılı yaklaşımla bilimsel ilerleme olarak görülebileceği yönündedir. Buna mukabil modern bir bakış açısından hareketle, Hipparcus'un çalışması, kendisinden yaklaşık olarak bir yüzyıl önce yaşamış ve tüm gezegenlerin Güneş'in etrafında hareket ettiğini savlayan

[234] Unat, *a.g.e.*, s. 38.
[235] Sevim Tekeli v. dğrleri, *Bilim Tarihine Giriş*, s. 77.

Aristarchus'un modeli düşünüldüğünde, bir geri adım olarak düşünülebilir.[236] Buradan hareketle en azından bilimsel anlamdaki ilerlemenin ele alınan başlığa göre değerlendirilmesi gerektiği iddia edilebilir. Hipparcus'un çalışması matematiksel astronominin gelişimi açısından bir ilerlemedir, ama Aristarchus'un temel düşüncelerinden sapmış olduğu için bir gerilemedir. Dolayısıyla salt ilerleme nosyonu temel alınarak bir kuramın bilimsel mahiyetini kavramak her zaman mümkün olmayabilir. Bir kuram her zaman farklı şekillerde yorumlanmaya ve etki yaratmaya muktedirdir. Hipparcus'un çalışması da bu bağlamda Batlamyus'un ileriki dönem çalışmaları için büyük bir saç ayağı konumundadır.

2.10. Batlamyus'un Kozmolojisi

Batlamyus'un çalışmalarına değinmeden önce astronominin durumuna kısaca değinmek faydalı olabilir. Konuyu Kuhncu bir çerçeveyle ele alacak olursak Batlamyus öncesi dönem tipik paradigmadan yoksun olunan bilim öncesi dönemi yansıtır. Okulların ve düşünürlerin arasında net bir görüş birliği olmadığı gibi, hemen hemen tüm iddialarda spekülatif, felsefi ve metafizik argümanların temel önermelere sirayet ettiği kuramlar karşımıza çıkar. Birbirlerine benzer yönlere sahip olmasına rağmen, temelde farklı gönderimleri olan bu kuramlar ve bunları savunan okullar arasında bir rekabet ortamı olduğu da iddia edilebilir. Alan içinde hâkim bir kuram ve onun çevresinde birleşmeyi başarabilmiş bir bilim adamı sınıfının olmayışı tüm bunların temel sebebidir. Batlamyus'un da etkilendiği ve o günkü bilimsel ortama nüfus eden anlayış, temelini Aristoteles'te bulmuştur. Ancak Batlamyus'un dönemin entelektüel ortamından da fazlasıyla etkilendiği gerçektir.

İskenderiye'nin çok uluslu yapısından çıkan bilginlerin yaklaşımı, kendilerinden önce etkili olan Helen uygarlığından daha az felsefi ve daha nicel argümanlara dayanan bir bilim oluşturmak olmuştur. Astronominin geldiği nokta bunun en net göstergelerindendir. Eskiçağ astronomisinin teorik çerçevesi büyük ölçüde Aristoteles'in çalışmaları ile doruğa ulaşan Helen kültürünün bir yansıması iken, Batmayus'ta zirveye çıkan matematiksel astronomi ise Helenistik geleneğin bir ürünüdür.[237] Helen kültüründen Helenistik kültüre akan dönem aslında kozmolojiden

[236] Morris Kline, *Mathematics in Western Culture*, First publised by Oxford University Press, New York 1953, s.84.
[237] Thomas S. Kuhn, *Kopernik Devrimi: Batı Düşüncesinin Gelişiminde Gezgen Astronomisi* s. 180.

astronomiye geçişin başladığı dönemdir. Dolayısıyla Helen kültüründe fizik ile desteklenen kozmolojinin, Helenistik kültür ile matematik tarafından güçlendirilen bir astronomiye evrildiği söylenebilir. Bu bağlamda her ne kadar Aristoteles'in felsefesinden etkilenmiş olsa da Batlamyus, Aristoteles'in evren telakkisinin hesap açısından hantallığı ve matematiksel noksanlığı açısından değerlendirerek, onu yeniden yapılandırmak istemiştir.

Batlamyus'un astronomisi incelendiğinde görülebilecek en dikkat çekici noktalardan biri, aslında onun orijinal bir astronomi kuramı ortaya koymadığı üzerinedir. Onun kuramında özellikle Eudoxus ve Aristoteles kuramlarının bazı noktalarda –özellikle matematiksel yönden- geliştirdiği görülür.[238] Bunun dışında onun kuramının diğer yönü yine kendisi gibi Helenistik kültürden çıkmış Hipparcus'a benzer şekilde kendi gözlemleri ve Yunan öncellerine dayanmaktadır. Tüm bunlara ek olarak onun bazı araçlar geliştirerek kendi çalışmalarını yapmış olması muhtemeldir.[239] Selefi Hipparcus'un dış tekerleme eğrileri gibi teorik kurgularını geliştiren Batlamyus, ileride kendi adıyla anılacak modelinde, Yer'i evrenin merkezine koyarak teorik çerçevesini kurmaya başlar. O, daha sonra Kopernik'te karşımıza çıkacak olan Aristarchus'un Güneş merkezli modelini ise gözlemlerle uyuşmadığı gerekçesiyle reddetmiştir.[240] Batlamyus'un modelinde dikkat çeken noktalardan biri, Güneş'in dairesel bir yörüngeyle Yer'in etrafında dolanmasına rağmen, Yer'in bu yörüngenin tam orasında yer almadığı vurgusudur. Model, Yer'in eksentrik bir yörüngeye sahip olduğuna dair göndermede bulunur.[241]

Batlamyus'un evren telakkisinin buraya kadarki kısmının ana hatlarını Kuhncu gelişim çizgisiyle değerlendirirsek önemli sonuçlara varabiliriz. Evvela Batlamyus'a kadar olan astronomi tarihini tekrar gözümüzün önüne getirdiğimizde, farklı okullar ve düşünürler arasında birbirleriyle yer yer tutarlı olmayan görüşlerin rekabet ortamında yer aldıkları görülür. Bu durum Kuhn'un tipik paradigmanın olmadığı bilim-öncesi dönemini imler gibi görünmektedir. Batlamyus'un kuramını ortaya koyması ile beraber bu farklı okul ve düşünürlerin görüşlerinin büyük kısmının artık gündeme gelmediğini görmekteyiz. Bunun sebeplerinden biri Batlamyus'un

[238] Cemal Yıldırım, *Bilim Tarihi*, s. 64.
[239] Yavuz Unat, *İlkçağlardan Günümüze Astronomi Tarihi*, s. 46.
[240] George Sarton, *Antik Bilim ve Modern Uygarlık*, s. 75.
[241] Richard Mankiewicz, *Matematiğin Tarihi*, s. 31.

kuramını, kendisinden önce astronomi üzerine çalışma yapan güçlü isimlerin temel iddiaları üzerine kurmasıdır. Yani, onun kuramı, Aristoteles, Eudoxus ve Hipparcus gibi düşünürlerin çalışmalarının bir birleşimi olarak da görülebilir. Kopernik'e kadar etki alanı da düşünüldüğünde Batlamyus'un kuramı tüm bu yönleriyle Kuhncu literatür bağlamında ilk etapta bir paradigma olarak görülebilir. Tarihsel olarak yüzyıllar boyunca alan içindeki etkisi de bunun göstergelerindedir.

Tüm bunlara ek olarak Batlamyus'un kuramının kabul edilmesinin birçok sebebi sayılabilir. Bunlardan biri, onun teorisinin, Platon'un göklerin görünüşünü rasyonalize etme problemine verilen son Yunanlı cevap ve bu konuda gerçeğe yakın görülen büyük bir bilimsel sentez belirtmesinden ileri gelir.[242] Kuramda gezegenlerin geometrik çizimlerini ifade ettiği kısımların yarattığı etki de kabul gerekçelerinden görülür. Fara'ya göre, Batmayus'un o günkü çizimleri bugün bize çok karışıkmış gibi görünse de, gözlemler ve dairesel harekete yönelik felsefi ve teolojik taahhütleri birleştirmiş olması, onun inandırıcılığını arttırır.[243] Bir başka yaklaşıma göre, Batlamyus'un kuramı olguları birbirine bağlama ve açıklama açısından en basit önermeleri doğru kabul etmeyi amaçlamış olduğu için kabul görmüştür.[244]

Batlamyus'un evren görüşünün kabul edilmesi için daha başka sebepler de elbette sayılabilir. Ama sayılacak tüm gerekçeler bizi tek bir sonuca götürecektir: Bu, kabul edilme sebeplerinin bilimsel, teolojik, felsefi, metodolojik ve daha birçok kaygıdan kaynaklandığı neticesidir. Bu sonuç bugün net sınırlarla ayırmaya çalıştığımız bilim ve bilim-dışı gibi alanların belli başlı keyfi kabullere dayandığının tarihsel örneğidir. Astronomi, en azından kendi tarihinden gördüğümüz sonuçtan hareketle bugün bilimsel olmayan ya da yan yana gelmeleri büyük sorun teşkil edecek yaklaşımlarla gelişim çizgisini kurmuştur. Batlamyus kuramının kabul edilmesi sorunu üzerine önerilecek her yaklaşım arka planda nasıl bir bilim tasavvuruna sahip olduğumuzu imleyecektir. Sofistike bir yanlışlamacı[245] kuvvetle

[242] Morris Kline, *Mathematics in Western Culture*, s. 85.
[243] Patricia Fara, *Bilim: Dört Bin Yıllık Tarih*, s. 48.
[244] Cemal Yıldırım, *Bilim Tarihi*, s. 64.
[245] Bu görüşün temsilcilerinden Lakatos ne demek istediğimizi gayet iyi anlatıyor gibidir. "Hem Ptolemaios(Batlamyus) hem de Kopernik *araştırma programları* üzerinde çalıştılar; ne sadece varsayımları test etmek ya da bir sürü gözlemsel bulguyu uyumlu hale getirmek gibi şeyler yaptılar, ne de, kendilerini "paradigma" temelinde iş gören herhangi bir topluluğa bağladılar." Imre Lakatos, *Bilimsel Araştırma Programlarının Metodolojisi*, s. 286. Lakatos, hem Batlamyus'un hem de Kopernik'in kuramlarını oluştururken bir bilimsel topluluğa bağlı olarak hareket etmediklerinden

muhtemel Batlamyus kuramının gelişimini, kendi yaklaşımına uygun düşmeyen teolojik ya da felsefi gerekçelerden arındıracak iken, epistemolojik bir anarşist[246] ısrarla felsefi ve metafizik yaklaşımların Batlamyus'un kuramı ve astronomi tarihi için ne denli büyük bir önemi olduğunu vurgulayacaktır. Buradan hareketle her yöntemin arka planında bir tutumun, bu tutumun gerisinde de bir perspektifin saklı olduğunu söyleyebiliriz. Ek olarak bir bütün olarak tutum ve perspektif tarzları ise bir yandan yönelimi diğer taraftan da tavır dediğimiz varoluşsal ilgiyi beraberinde taşır.[247] Bu durum, genel değerlendirmelerin ortaya konulmasında tüm bu bileşenlerin ve tarihsel anlatıyı inşa ettiğimiz metinlerin konu üzerindeki değerlendirmelerimizde ne kadar belirleyici olduğunu da göstermektedir. Peki, kendi perspektifimizi değiştirdiğimizde nasıl sonuçlara ulaşabiliriz? Yani modern bir bakış açısıyla astronomi tarihi yorumlandığında bize bugün daha doğru sonuçlar veren Aristarchus'un kuramı yerine niçin Batlamyus'un kuramının kabul gördüğünü sorduğumuzda nasıl sonuçlara ulaşabiliriz? Bu hem astronominin tarihsel gelişim için hem de Kuhn'un temel görüşleri için önemli bağlantılar yakalamamıza sebep olacaktır.

Aristarchus'un kuşkusuz ki kendi çağının çok ötesinde görülen kuramının kabul edilmemesinde birçok neden sayılabilir. Bunlar arasında dünya-merkezli sistemin gündelik yaşantımızdaki deneyimlere uygun düşecek yapıya sahip olması ve

---

ötürü Kuhncu paradigma kavramına bir saldırıda bulunuyor. Lakatos, bu söylediklerinde haklı olarak görülebilir, ama onların araştırma programları üzerine çalıştığını söylemek tam anlamıyla bir keyfiyet içeriyor. Biliyoruz ki, en azından Batlamyus, kendisinden önce yapılan ve onun zamanına ulaşmış olan astronomi bilgilerinin bir sentezini yapmış ve tüm bunları *Almagest* adını verdiği yapıtında toplamıştır. Dahası o, adı geçen eserde göksel olayları daha iyi izah edebilmek için Aristoteles fiziğini temel alan bir geometrik kuram inşa etmiştir. Bakınız Yavuz Unat, *İlkçağlardan Günümüze Astronomi Tarihi*, s. 46-47. Buradan hareketle Batlamyus'un kendinden öncekilerden tamamen kopuk olmadığı ve matematiksel birtakım yaklaşımlarla kuramını kurmak istediği sonucuna ulaşabilir. Burada bu bağlamları atlayan Lakatos, görmek istediği ya da kafasında tahayyül ettiği Batlamyus'u bir sanatçı gibi yaratıyor.

[246] Feyerabend bu durumun tipik göstegesidir. O, Galileo'nun Kopernikçiliğinin kökenini ile alakalı tarihsel değerlendirmelerde bulunurken, kendi görüşünü bir hayli zorlama bir iddia ile okuyucuya dayatır. Galileo'nun olguların sadece Batlamyus'u değil, Kopernik'i de çürüttüğünü vurguladığını dile getirir ve Aristarchus ve Kopernik'i bu kadar büyük güçlükler karşısında mücadeleyi bırakmadıkları için över. Onları karşı-tümevarımcı şekilde davrandıkları için alkışlar. Bknz: Paul Feyerabend, *Yönteme Karşı*, s. 124-125. Tıpkı Lakatos'un hem Batlamyus'un hem de Kopernik'in araştırma programları ile uğraştığını iddia etmesine benzer şekilde, Feyerabend de Galileo'yu karşı-tümevarımcı yapar. Başka bir açıdan, pekâlâ, Galileo'nun Yeni-Platoncu eğilimleri, onun böylesi bir çıkış yapmasını sağlamış da olabilir. Pek tabi Feyerabend'e göre bu da ihtimal dahilindedir, çünkü ona göre *ne olsa uymaktadır*. Ama sorun neyin uyup uymayacağından çok, burada Galileo'yu Karşı-tümevarımcı olarak imlemek, yani onu tam anlamıyla bir yere oturtmaktır. Burası tam olarak Feyerabend'in, Galileo'yu kendi teorik arka planına *uydurduğu* yerdir.

[247] Erich Rothacher, *Tarihselcilik Sorunu*, s. 80.

aynı sistemin Aristoteles gibi güçlü bir isim tarafından fiziki olarak da desteklenmesi[248] yine Aristoteles ile güçlenen hâkim geleneksel görüşlere tamamen karşıt görülmesi,[249] Batlamyus'un modelinin o güne dek geliştirilmiş tüm astronomi kuramları arasında en ileri düzeyde olduğuna ve gezegenlerin tüm hareketlerini doğru bir şekilde açıkladığına inanılması[250] başta olmak üzere çeşitli gerekçeler sayılabilir. Ama Aristarchus'un modelinin niçin kabul edilmediğine yönelik iddialar arasında en ilginç olanı belki de Kuhn'a aittir. Ona göre, Aristarchus'un görüşlerini ortaya attığı dönemde, dünya-merkezli sistemin daha "akılcı" görülmesi ve herhangi bir çıkmazının olmaması, onun kabul görmemesinin sebeplerindendir. Dahası Kuhn, Aristarchus'un görüşlerinin ciddiye alınması için ortada herhangi bir neden görmediğini de belirtir.[251] Kuhn'un bu konudaki yorumları, hem paradigma bağlamında hem de mantıksal olarak birtakım sorunlar teşkil etmektedir.

Öncelikle Kuhn'un "akılcı" olmaktan tam olarak ne anladığı muğlaktır. Eğer akılcı olmaktan kastedilen Batlamyus'un kuramının, Aristarchus'a nazaran daha doğru olduğu ise, bu tarihsel olarak düşünüldüğünde çelişki doğurur, çünkü son tahlilde Aristarchus'un bugünün gerçekliğine daha uygun bir yaklaşım geliştirdiği ortadadır. İhtimalleri bir kenara bırakırsak Kuhn'un *Asal Gerilim* metninde sağlam bir bilimsel kuramın karakterlerinin ne olduğunu araştırdığı kısım burada bize yardımcı olabilir.[252] Kuhn, adı geçen metinde bir bilimsel kuramın kabul görmesinde etkili olduğunu düşündüğü beş ölçütü ele alır. Aldığı bu ölçütler sırasıyla: doğruluk ve sağınlık, tutarlılık, geniş etki alanı, yalınlık ve verimlilik olarak ifade edilir. Bu ölçütler ona göre, bir kuramın upuygunluğunun değerlendirilmesinde standart ölçütlerdendir ve bunlar hep birlikte bilim adamlarının kuram seçimlerinde yaşamsal bir rol oynarlar.[253] Eğer bu ölçütlerin tekmilini birden "akılcı" olarak nitelersek Aristarchus'un kuramının niçin Batlamyus karşısında kabul görmediği Kuhncu literatür bağlamında da sağlam bir temele oturmuş olur. Ama tekmili birden "akılcı" olan bu ölçütler Kuhn'a göre birlikte ortaya konulduklarında birbirleriyle çatışabilir. Örneğin doğruluk ve sağınlık, bir kuramın seçiminde etkili olabilirken, geniş etki

[248] Yavuz Unat, *İlkçağlardan Günümüze Astronomi Tarihi*, s. 39-40
[249] Cemal Yıldırım, *Bilim Tarihi*, s. 56.
[250] Richard Mankiewicz, *Matematiğin Tarihi*, s. 32.
[251] Thomas S. Kuhn, *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*, s. 160-161.
[252] Thomas S. Kuhn, "*Nesnellik,Değer Yargısı ve Kuram Seçimi*", şu kitapta: *Asal Gerilim*, Thomas S. Kuhn, çev. Yakup Şahan, Kabalcı Yayınevi, İstanbul, 1994, s. 383.
[253] Thomas S. Kuhn, "*Nesnellik, Değer Yargısı ve Kuram Seçimi*", s. 383.

alanı ise diğerinin seçimini buyurabilir.[254] Dahası bu "akılcı" ölçütler tek tek ele alındıklarında da bazen bizi yanıltan kuramları tercih etmemize sebep olabilir. Konuyla ilişkisi bakımından Kuhn'un örnek verdiği ölçüt olan tutarlılık burada değerlidir. O, Güneş-merkezli astronominin yeryüzünün devinimini zorunlu kılan ve daha başka sayılabilecek birtakım yeryüzü olaylarının var olan bilimsel açıklamalar ile tutarsız olduğunu ve dolaysıyla Yer-merkezli geleneğin kabul edildiğini iddia eder.[255] Bu da şüphesiz tek başına tutarlılık ölçütünün bizi yanıltma ihtimaline göndermede bulunur.

Görülecektir ki Kuhn,'un *Bilimsel Devrimlerin Yapısı* ile *Asal Gerilim*'deki iddiaları arasında bir çelişki vardır. Onun ilk metindeki "akılcı" ölçütleri Aristarchus kuramının kabul edilmeme sebeplerinden sayılırken, ikinci metinde aynı ölçütlerin bizi yanıltabileceği, açıkça söylenir. Eğer Aristarchus'un kuramı gerçekten akılcı ölçütlerle reddedildiyse, bu ölçütlerin bizi yanıltmaması gerekir ama Kuhn açıkça ilk durumdaki reddedilme ölçütlerini ikinci durumda aldatıcı olarak ilan eder. Bu, en azından konu üzerinde Kuhn'un bariz bir çelişkiye düştüğünün göstergesidir. Aynı çelişki tek tek diğer ölçütler alındığında da rahatlıkla görülebilir. Örneğin Kuhn'un akılcı ölçütlerinden yalınlık açısından Batlamyus'un kuramının Aristarchus'unkine nazaran daha yalın görülüp görülemeyeceği şüphelidir. Ama Batlamyus'un kuramındaki ağır matematiksel işlemler, onu en azından matematiksel açıdan Aristarchus'un kuramına göre daha yalın olarak görülemeyeceğine işaret eder. Dolayısıyla birtakım akılcı ölçütler açısından bir kuram yerine diğerini seçmek zorunda kalan çalışanların tercihlerini yapmaları her zaman kolay olmaz, çünkü onlar aynı akılcı ölçütü bile –örneğin yalınlık- farklı şekillerde değerlendirip, kuramlarını ona göre seçmeye çalışabilirler.[256] Birine matematiksel açıdan daha yalın gelen bir kuramı seçmek daha uygun gelirken, diğeri gözlem verilerindeki yalınlıktan ötürü tercihini gerçekleştirebilir.

Akılcı ölçütlerin kuram seçimlerindeki belirleyici rolünün zorluğunu gören Kuhn, sonrasında ise kuram seçiminde akılcı ölçütlerle birlikte rasyonel olmayan ölçütlerin etkili olduğunu öne sürer. Ona göre, birbirleriyle rekabet halinde olan kuramlar arasında yapılabilecek herhangi bir seçim nesnel ve öznel etkenlerin,

[254] Kuhn, *a.g.e.*, s. 384.
[255] *A.g.e.*, s. 385.
[256] *A.g.e.*, s. 386.

müşterek ve bireysel tercihlerin bileşimine bağlıdır.[257] Buradan bakıldığında Kuhn, kuram seçimi esnasında ifadeleri ile rasyonel olmayan ve hatta bilim-dışı faktörlerin etkisini vurgular. Kendisini yorumlayanlar tarafından da sıklıkla kuram seçimi üzerine iddiaları ile eleştirilen Kuhn, bu eleştirilerin dışında görüldüğü üzere kendisiyle çelişkili ifadelere de yer vermiştir. Kuhn'un kuram seçimi üzerine *Asal Gerilim*'de söylediği son iddialar düşünüldüğünde, onun Aristarchus'un kuramının tercih edilmesi noktasında hiçbir gerekçe görmediğini iddia etmesi de anlamsız olacaktır, çünkü Kuhn'un kuram seçimi üzerine son söyledikleri pekâlâ Aristarchus'un kuramının kabul görmesini de sağlayabilir. Bu Kuhn'un kuram seçimi üzerine en azından Aristarchusçu modeli açıklamakta çelişkili yorumlar geliştirdiğinin göstergesidir.

Aristarchus'un kuramının son tahlilde kabul görmemesinde; Kuhn'un son söylediklerinin alakası olmakla beraber, bilimi ilerleten hakim geleneğin –özellikle o dönem İskenderiye ve çevresi- etkisi, artan matematiksel kesinlik ihtiyacının Batlamyus'un kuramında daha çok yer edinmesi, teolojik ve felsefi kaygılar etkili olmuştur. Peki, gerçekten de Kuhn'un ifade ettiği gibi alternatif bir modelin kabul edilmemesi Batlamyus'un Dünya-merkezli sisteminin hiçbir açığı olmamasından mı kaynaklanmıştır? Dahası Batlamyus'un Dünya-merkezli modeli, Kopernik'e kadar mutlak olarak mı kabul edilmiştir? Bu sorulara verilen cevap hem paradigma görüşü bağlamında hem de bilimsel değişimlerin yapısı hakkında bize önemli ipuçları verecektir.

2.11. Paradigma Görüşü Bağlamında Batlamyus'un Kuramı

Batlamyus kuramının en önemli özelliklerinden biri kendisinden önce alanda etkili olmuş kuramlarının büyük bir kısmını bünyesinde toplamasından ileri gelir. Bu yönüyle kuram alan içinde çeşitli okulların ve düşünürlerin arasında geçen tartışmaları ilk etapta bitirmiş gibi görünür. Böylelikle yarışmadan galip çıkan bir görüş olarak paradigma benzeri bir yapı görünümü kazanmıştır. Ancak Kuhn'un izlencesine göre bir kuramın tam anlamıyla paradigma olarak görülebilmesi için alan içinde olağan bilimsel çalışmaların nesnesi olması gerekir. Bu suretle de yapılacak bütün çalışmalar bir bulmaca çözme etkinliğinden ibarettir. Yapılan her çalışma

[257] *A.g.e.*, s. 387.

paradigmaya yüksek bir bağlılık duyularak icra edilirken, özellikle tek bir paradigmanın egemen olduğu bilim bu bağlamda olgunlaşmış bir bilimdir. Tüm bunlardan hareketle Batlamyus'un modelinin Kuhncu anlamda tipik bir bilim olarak alınıp alınamayacağı, onun saydığımız özellikleri astronomi tarihinde taşıması ile ölçülebilir. Özellikle tarihsel okumalar bize önemli ipuçları verecektir.

Batlamyus sistemini irdelediğimizde, onun gezegenlerin pozisyonlarını belirlemekte üstün başarı gösterdiği görülür. Kuram neredeyse on beş asır boyunca genel hatlarıyla tatmin edici sonuçlar vermiş olmakla birlikte zaman içinde büyüyen birtakım hataları üzerinde taşımıştır. Ama yine de onun gezegenlerin pozisyonunu belirleme de Copernicus'un kuramına kadar üstün yapısı vurgulanmalıdır.[258] Buna rağmen Batlamyus'un sisteminde kullanmış olduğu dışmerkez ve dışçember yapıları, onun kuramını ortaya koymuş olduğu ilk zamanlardan itibaren Aristoteles fiziğine aykırı görüldüğünden yadırganmış ve özellikle fizikçiler tarafından benimsenmemiş ve ilk etapta sadece astronomi ile uğraşanlar tarafından desteklenmiştir.[259] Sistemin neredeyse ilk zamanlardan beri fiziksel gerekçelerle de olsa sorgulana gelmesi üzerinde durulması gereken bir durumdur, çünkü zaman içinde önemli tartışmaların yaşanmasının sebebi bu durumdan kaynaklanmıştır.

Daha ilk zamanlarından itibaren fiziksel kaygılardan kaynaklanan eleştirilerin Batlamyus sistemini zorlaması Kuhncu literatür bağlamında nasıl değerlendirilebilir? Eğer bu rahatsızlıklar anomali ve hatta bunalım olarak kabul edilecek olursa, Kuhncu teorik çerçeveye göre Batlamyus sistemini paradigma olarak kabul etmenin zemini ortadan kalkabilir, çünkü Kuhn'un izlencesine göre anomaliler tarihsel süreçte paradigmanın cevap veremediği durumlarda ortaya çıkarken, bunalımlar ise bunların bir nevi birikmesi ile oluşabilir. Ama Batlamyus sisteminin ortaya çıktığı ilk zamanlardan itibaren belli noktalarda rahatsızlık yaratması, onun Kuhncu arka plana göre değerlendirilmesini zorlar. Sadık bir Kuhncu burada fiziksel astronomi ile pozisyon astronomisi ayrımına giderek, bu zorluğu aşmaya çalışabilir.[260] Örneğin,

[258] Yavuz Unat *İlkçağlardan Günümüze Astronomi Tarihi*, s. 50.
[259] Unat, *a.g.e.*, s. 50.
[260] "Geç Ortaçağ ve Yeniçağ başlarında… Batlamyus'un matematiksel astronomisine bir karşı çıkış ve bunu fiziksel bir temel ile temellendirme anlayışı ile bağlantılı olarak, Aristoteles'in ortak merkezli küreler sistemi tekrar gündeme gelmeye başlamıştır. Böylece iki sistemi ayrı açılardan savunan bazı bilim adamlarına göre, astronomi evrenin, gerçek ve fiziksel bünyesini belirlemekten sorumlu değildir. Sadece zahirî görünüşleri "kurtarmak" ve doğru hesapları sağlayacak sistemleri kurmakla

Batlamyus sisteminin bir pozisyon astronomisi olduğu ve fiziksel argümanlar ile Batlamyus'un kuramında anomali yaratılamayacağı iddia edebilir. Ama Kuhn'un kendisinin bu konudaki sözleri net bir şekilde gezegen astronomi ile fiziksel astronomi arasında fark yapamayacağımıza işaret eder.

> *Batlamyus astronomisi deyimi, gezegenler sorununa Batlamyus'un kendisinin, öncelllerinin ya da ardıllarının önerdiği çözümlerden birine değil de bu soruna yaklaşım geleneğine gönderme yapar. Bu çözümlerden her biri, özellikle de Batlamyus'un getirdiği çözüm hem teknik hem de tarihsel anlamda yoğun bir ilgi görmektedir.*[261]

Gelenek vurgusunun metinde vurgulanması Kuhncu izlencenin gelişimi için önemli olmakla beraber, özel bir yere de göndermede bulunur. Kuhn, açıkça Batlamyus astronomisinin ister felsefi ister fiziksel içeriğe sahip olsun, bünyesinde birçok perspektifi toplamış olduğunu vurgular. Hatta son alıntıdan hareketle Batlamyus'un tüm bu farklı bileşenli çalışmadan üstün nitelikleri vasıtasıyla ilgi gördüğünden bahseder. Bunun dışında Kuhn, Batlamyus sisteminin karşı karşıya kaldığı ciddi sıkıntılara rağmen, uzun dönem ayakta kalabilmesinin bir sebebini de onun kuramının Aristoteles gibi önemli bir otoritenin Dünyanın devinimsiz olduğuna yönelik söylemlerini ve ardılları tarafından paylaşılan ortak görüşlerini kuramında taşımasından ötürü olduğunu söyler.[262] Kaldı ki, Batlamyus, Babil ve Yunan öncelleri gibi, insanlığı gökler ile birleştiren bütünsel bir evren fikrine inanmaktadır.[263] Dahası Kuhn bile Batlamyus'un kendi sistemini kurarken kurduğu uslamlamanın öz olarak Aristoteles'in uslamlaması ile aynı olduğunu söyler, uslamlama noktasında kurulan bu analoji Ortaçağ ve Rönesans'taki çalışmalarda bile izi görülen bir çabadır.[264] Bu yaklaşım doğrudan doğruya astronomiye fiziksel yönden bakanların da paylaştığı bir görüştür. Dolayısıyla astronomi tarihini bir bütün olarak ele alıp, onu fiziksel ve pozisyon astronomisi gibi iki farklı bilimsel disiplin olarak bölmek doğru bir yaklaşım olmaz. Batlamyus astronomisi bir bütün olarak kendinden önceki geleneğin bir uzantısı olarak daha teknik araçlara sahip olması nedeniyle kıymet görmüştür.

---

yetinmelidir." Daha fazla detay için bakınız: Yavuz Unat, *İlkçağlardan günümüze Astronomi Tarihi*, s. 50.

[261] Thomas S. Kuhn, *Kopernik Devrimi: Batı Düşüncesinin Gelişiminde Gezgen Astronomisi*, s. 120.

[262] Kuhn, *a.g.e.*, s. 147.

[263] Patricia Fara, *Bilim: Dört Bin Yıllık Bir Tarih*, s. 48-49.

[264] Thomas S. Kuhn, *Kopernik Devrimi: Batı Düşüncesinin Gelişiminde Gezgen Astronomisi* s. 152.

Buradan hareketle Batlamyus astronomisinin kendisine yönelik ilk zamanlardan itibaren fiziksel gerekçelerle ortaya konulan tüm itirazların bir anomali olduğu gerçektir. Ama bu anomalilerin Kuhn'un anlattığı tarihsellikten yoksun olduğu görülür. Dolaysıyla bunlar Kuhncu anlamda paradigmalardan tarihsel süreçte cevap veremediği sorulardan değil, kuramın yaratıldığı ilk günden çalışmaları yönlendirmiş sorunlardır. Bunların tarihsel süreçte ciddi etkileri olduğunu görmekteyiz. Bu etkilerin bir kısmını "İslam aydınlanmasının" yaşandığı dönemde gözlemlemekteyiz.[265] Filozof İbn Tufely ve onun öğrencisi El-Bitrûcî, Batlamyus'un sisteminde bulunan eksantrik ve episikllarını atarak işe koyulurlar ve daha sonrasında Aristoteles tarafından savunulan ortak merkezli küreler sistemine geri dönerek var olan sorunları aşmaya çalıştılar. Neredeyse on ikinci asırdan sonra astronominin gelişiminde yaşanan tutarsızlıklar, genel olarak Batlamyus'un kuramı ile Aristoteles'in astronomik görüşlerini paylaşanlar arasında süregelen tartışmalara sebep olmuştur.[266] Buradan hareketle astronomi tarihinin tek bir paradigma altında okunamayacağı, ilk zamanlarından itibaren birtakım eleştirilere maruz kaldığı ve bundan ötürü Aristotelesçi yaklaşımlarla Batlamyus'un sistemine karşı alternatifler yaratıldığı görüşür. Dolayısıyla Aristotelesçi ile Batlamyusçu astronominin birbiriyle zaman içinde atbaşı gitmiş olduğunu söyleyebiliriz. Bu, Kuhn'un tek bir kurama bağlı kalınarak yapıldığını iddia ettiği olağan bilimsel çalışmaların da, tek bir paradigmaya bağlı kalan bilim insanları topluluğu faaliyetlerinin de astronominin bu döneminde olmadığının göstergesidir. Burada daha çok birbirine benzer yönleriyle beraber iki kuram ve bunlara bağlı çalışma yapan astronomlar vardır.

Batlamyus'un sistemi ilk etapta fiziksel kaygılardan dolayı aldığı eleştirilere rağmen, zamanla kuramın matematiksel açıdan da ciddi eleştiriler almaya başladığını görmekteyiz. Sistemin zamanında hem fiziksel yönden hem de matematiksel yönden eleştiriler almış olması astronomide farklı geleneklerin oluşmasına sebep olmuştur. Özellikle geç Ortaçağ'da Aristoteles fiziğini esas alarak Batlamyus sistemini dönüştürmeye çalışanlar ya da onu tamamen yok sayarak ortak merkezli küreler sistemini kabul edenlerin dışında, Batlamyus sistemini matematiksel yönden

[265] "Özellikle Araplar arasında, belirli gökbilimsel aygıtların başarılarına fiziksel açıklamalar getirmeye çalışan birçok düşünür vardı." Paul Feyerabend, *Özgür Bir Toplumda Bilim*, çev. Ahmet Kardam, Ayrıntı Yayınları, İstanbul, 2017, s. 63.
[266] George Sarton, *Antik Bilim ve Modern Uygarlık*, s. 93.

geliştirmeye çalışanlar ortaya çıkmıştır.[267] Dolayısıyla birbirinden farklı yaklaşımlarla birden fazla geleneğin rekabeti olduğunu söyleyebiliriz. Copernicus'a kadar giden süreç bu geleneklerin bir yarışması olduğu gibi, başta Copernicus'un kendisi olmak üzere birçok Rönesans gök kuramcısını etkileyen süreçleri beraberinde getirmiştir. Kısacası Ortaçağ astronomisinin tarihi, Batlamyuscu görüşler ile bu görüşlere artarak muhalefet eden görüşlerin hoşnutsuzluğu ve rekabetinin tarihidir.[268]

Toparlanacak olursa Batlamyus özelinde Astronomi tarihine göz gezdirdiğimizde bir bilimsel alanın tamamına hakim olan ve bilim insanlarının ekseriyetinin bağlı kaldığı bir paradigma olmadığı gözlemlenebilir. Batlamyus'un kuramına bağlı kalanların dışında, onu fiziksel ya da matematiksel yönden dönüştürmeye çalışanlar ve hatta onu tümden reddederek Aristoteles'in fiziksel yoğunluğu yüksek ortak merkezli küreler sistemini kabul edenler vardır. Kaldı ki Batlamyus'un sisteminin ortaya atıldığı ilk zamanlardan itibaren ciddi bunalımlara sebep olduğu düşünülecek olursa, Kuhn'un anomali ve bunalımlar üzerine kurduğu tarihsel anlatı da boşluğa düşer. Dolayısıyla Batlamyus'un dışmerkez ve dışçemberlere göre kurgulanan matematiksel modeli Kuhncu anlamda bir paradigma olarak ele alınamaz. Eğer bu tespit kabul edilirse bir paradigmadan diğerine geçişi imleyen Kuhncu "devrim" kavramının da iş görmeyeceği açıktır, çünkü eğer ortada paradigma yoksa, onu devirecek bir paradigmanın da olamayacağı açıktır. İşte tam bu noktada Copernicus'un kuramı ve onun gelenek ile çözümlenmesi önem kazanır.

2.12. Copernicus ve Devrim

Burada genel bir Copernicus astronomisi değerlendirmesi yapmaktan ziyade esas olarak, onun kuramının Batlamyus'un sistemini Kuhn'un anladığı anlamda devirip deviremediğine odaklanacaktır. Kuhncu anlamda devrimlerin tipik göstergelerini hatırlayacak olursak, bunları birkaç özelliği itibariyle sıralayabiliriz. Birincisi, Kuhn, bir devrimden yeni bir paradigmanın eski bir paradigmayı geri döndürülemeyecek şeklide literatür dışına ittiğini ima eder. Çözümü getiren paradigmanın oluşumu ise ona göre, yıldırım çarpmasına benzer, ani ve çok çabuk gelişen bir aydınlanma ile vücut bulur. Yine Kuhn'a göre bilimsel devrim

[267] Yavuz Unat, *İlkçağlardan Günümüze Astronomi Tarihi*, s. 72.
[268] George Sarton, *Antik Bilim ve Modern Uygarlık*, s. 94.

gerçekleştikten sonra eski kuram ile yenisi arasında kurulabilecek hiçbir rasyonel mukayese olanağı yoktur.

Copernicus'un çalışmalarını yapmaya başladığı döneme göz gezdirdiğimizde Batlamyus siteminin, Batlamyus'un *Almagest*'te ortaya koymuş olduğu olduğundan pek çok farklı biçimleri vardır. Hatta bunların gezegen konumlarını belirlemekte yüksek başarı gösterdiği iddia edilebilir.[269] Copernicus, kendi çalışmalarını ortaya koymadan önce tüm bu araştırmaları incelemeye koyulmuştur. Onun temel yaklaşımı sorunun kökenine inip, Batlamyus'un kendi sistemini incelemek olmuştur. Bu inceleme Copernicus'un Batlamyus sistemindeki birtakım aksaklıkları görmeye itmiş ve kuramını bu aksaklıklar üzerine inşa etmiştir. Son tahlilde ise mekanik ve fiziksel yönden açıklamalar ile kuramını belirlemeye çalışmıştır. Onun Batlamyus'ta gördüğü temel aksaklıklar daha çok matematiksel temellidir.

> *Batlamyus'un el-Mecisti'sinin büyük bölümü nicel matematiksel cetvellerden, şekillerden, formüllerden uzun örnekli hesaplama kayıtlarından ve sayısız gözlem listesinden oluşmuştur. Kopernik'i gezegenler sorunu için yeni bir yaklaşıma iten sorunların ve onun yeni sisteminde elde ettiğini öne sürdüğü üstünlüklerin tümü nicel kuramın bu çapraşık yapısının içindedir. Yapıtı sonunda bu sistemi yıkmış olsa da Kopernik'in kendisi iki küreli sistemi hedef almamış; ardılları vazgeçmiş olsa da dış tekerleme eğrileini ve dış merkezleri kullanmaktan vazgeçmemiştir. Kopernik'in açıkça hedef aldığı ve astronomide devrime yol açan şeyler, Batlamyus'un ve ardıllarının karmaşık matematiksel sistemlerinde cisim bulan, denge noktaları gibi pek önemli görünmeyen kimi matematiksel ayrıntılardı.*[270]

Kuhn'un bizzat kendi metninde söyledikleri, Copernicus sisteminin kesinkes bir şekilde Batlamyus sistemini atıl duruma düşürmediğini göstermektedir. Copernicus belli açılardan Batlamyus sistemini çözümlemeye çalışmasına rağmen, metodolojik olarak onunla benzer özellikler sağlayan bir yapı inşa etmiştir. Copernicus de tıpkı Batlamyus gibi dış tekerleme eğrileri ve dış merkezleri kendi kuramında kullanmış ve bu yönüyle kendi kuramı ile Batlamyus'un kuramı arasında karşılaştırma yapmamıza da olanak tanıyan sistemini inşa etmiştir. Aristotelesçilerin uzun yıllar hedef aldığı ve farklı alternatifler üretmeye başladıkları iki küreli evren telakkisi de ona sorunlu görülmemiştir. Bu doğrultuda o, Batlamyus'un modern bir

[269] Thomas S. Kuhn, *Kopernik Devrimi: Batı Düşüncesinin Gelişiminde Gezgen Astronomisi*, s. 132.
[270] Kuhn, *a.g.e.*, s. 130-131.

ardılı gibi hareket etmiştir. Dolayısıyla *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*'nda Batlamyus'un ardıllarının gözlem ile kuram arasında uyumla ilgili bulmaca gördüğü yerine, Copernicus'un karşı-örnek gördüğünü iddia eden[271] Kuhn, yine kendi düşünceleri ile çelişki içindedir, çünkü Batlamyus'un ardıllarının gözlem ile kuram arasında uyum aradığı her yerde Copernicus bir karşı örnek görmemiştir. O, Kuhncu anlamda ifade edersek var olan bulmacayı yeniden yapılandırmaya çalışmıştır. Dolayısıyla Copernicus'un Batlamyus sistemini atıl duruma düşürdüğünü söylemekten ziyade, onu da içinde barındıran bir üst yapı kurduğu iddia edilebilir. Bu durum metodolojilerinin matematiksel yönü de dâhil olmak üzere, hem Copernicus'un hem de Batlamyus'un eş-ölçüye vurulabileceğini de gösterir.

Yukarıdakilere ek olarak Kuhn, Copernicus sistemine bir de pratik amaçlar açısından yaklaşır ve Batlamyus sistemine oranla, onun yeni sisteminin tam bir fiyaskoyla sonuçlandığı yorumunun yapar. Ona göre, Copernicus'un sistemi Batlamyus'un sitemine nazaran ne daha yalındır ne de daha kesindir. Kuramın esas başarısı tarihseldir.[272] Kuhn'un yeni sistem üzerine geliştirdiği yorumlarda haklılık olabilir, ama bu yorumlara haklı olarak bakacak olursak bile Kuhn'un çok net bir şekilde bu sonuca iki kuramı eş-ölçüye vurarak ulaştığı sonucunu çıkarsayabiliriz. O, yalınlık ve kesinlik gibi nesnel ve akılcı ölçütleri kullanarak bu sonuca ulaşmıştır. Kuhn sonrasında ise Copernicus kuramının kabul görmesindeki esas etkenlerden birinin beğeni ile alakalı olabileceğini ya da en azından bu gibi etkenlerin göz ardı edilemeyeceğini belirtir.[273] Bu yorum ise Kuhn'u rasyonel zeminden kaydırır ve onun bilim ile bilim-dışı arasındaki çizgiyi sildiğini gösterir. Yalnız Kuhn'un Copernicus'un sistemine tarihsel bir rol yüklemesi önemlidir, çünkü onun devrimsel ya da dönüşümler başarısının arkasında kuramında yer verdiği birtakım kavramların tarihsel süreçte etkisi kaçınılmazdır. Copernicus'un kuramı belli başlı gerekçelerle kabul edilmiş olabilir, ama esas olan onun ilk etapta Batlamyus kuramını deviremediğidir. Daha doğrusu Coprnicus'un sisteminin zenginliği ve verimliliği, onun tercih edilme gerekçelerini çeşitli kılabilir. Onun kuramı daha çok dönüştürücü bir etkiye sahipmiş gibi görünse de kuramın içindeki bazı kavramların tarihsel

[271] Thomas S. Kuhn, *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*, s. 166.
[272] Thomas S. Kuhn, *Kopernik Devrimi: Batı Düşüncesinin Gelişiminde Gezgen Astronomisi*, s. 282.
[273] Kuhn, *a.g.e.*, s. 283

süreçte devrim yarattığı söylenebilir, ama bu Kuhn'un anladığı şekilde bir bilimsel disiplinin bir anda değil, tarihsel süreçte kavramsal açıdan yaşanmıştır.

Copernicus büyük bir kavramsal devrim yaratmasının arkasında, zihinlerdeki evren algısını değiştirmiş olması yatar. Copernicus kuramındaki birtakım kavramlar bu devrimsel etkiyi göstermek bakımından dikkate değerdir. Örneğin "hareket" kavramının Copernicus'un kuramının öncesinde ve sonrasında zihinlerde oluşturduğu algı incelendiğinde ilginç sonuçlara varabiliriz. Onun kuramının öncesinde hareket kavramı ve onunla alakalı olan tüm cümleler incelendiğinde, sadece merkezde sabit dünyanın yüzeyine göre konum değiştiren nesnelerin durumuna yönlendirmeler görülür. Ancak Copernicus'un Güneş merkezli kuramı ile beraber hareket, önceki bağlamından tamamen kopmuştur. Hareket kavramı Copernicus'in programı ile beraber çift boyutlu bir gönderme kazanmıştır. İlk olarak hareket kavramının dünyanın belirli bir çembersel yörünge etrafında dönüşünü imgeleyen bir kavrama dönüştüğünü iddia edebiliriz. İkinci olarak ise hareket, herhangi bir cismin, kendi çevresindeki cisimlerin çoğunun ortalama konumuna göre yer değiştirdiğinde gerçekleşen bir olay olarak anlaşılmaya başlanmıştır.[274] Dolayısıyla hareket kavramındaki bu dönüşüm hem zihinlerdeki dünya algısını değiştirmiş, hem de dünya üzerinde konum değiştiren cisimlerin anlaşılma biçimlerinde köklü değişiklikler yaratmıştır. Bu yukarıda da ifade etmeye çalıştığımız şeklide bir anda değil aşama aşama Copernicus'un takipçileri tarafından yapılan çalışmalarca yaratılmıştır.

Copernicus'un Güneş merkezli modeli başlı başına birtakım kavramsal devrimlere yol açmıştır. Bunda Copernicus'u takip edenlerin yaptığı çalışmalar etkili olmuştur. Onları bu denli çalışmaya iten ise bizatihi Copernicus'un sisteminde kullanmış olduğu Güneş merkezli sistemdir. Bugün Copernicus sistemini devrim olarak görmemizi sağlayan bu güçlü yapı, Kuhn'un yorumlandığı gibi ani, çok çabuk ve şimşek çarpmasına benzer bir şekilde mi gerçekleşmiştir? Tarihsel gerçeklik Güneş-merkezli kuramın ilk olarak Aristarchus tarafından ortaya konulduğunu gösterir. Yüzyıllar öncesinde yapılmış bir çalışmanın Copernicus'a ilham verdiğini söylemek zordur. Ama Batlamyus'un sisteminin aksine, Yer'i evrenin merkezinden alıkoymadan, bir nevi Aristoteles fiziğine karşı gibi duran dışmerkezli düzenekleri

[274] Stephen F. Barker, *Matematik Felsefesi*, s. 29-31

kullanmadan gezegen hareketlerini oldukça başarılı şekilde açıklayan Nasıreddin El-Tusi gibi düşünürlerin çalışması Copernicus'u etkilemiş olabilir. Gezegen astronomisi üzerine başarılı sonuçlar veren Batlamyus'un sistemini Aristotelesçi dizge ile başarı bir şekilde kuran Tusi'nin yaklaşımı yine gezegen hareketleri başta olmak üzere Batlamyus'un sistemindeki açıkları gidermek için Copernicus'a evrenin merkezine Güneş'i koyarak iş yapmasını sağlamış olabilir. Ani, çok çabuk ya da şimşek çakmasına benzer şekilde yeni bulmacanın bir anda bilim insanının zihnine gelmesinden ziyade, bilim insanlarının çalışmalarından etki ile yeni kuramlar inşa ihtimali daha akla yatkın gibi gelmektedir.

Toparlayacak olursak, bu kısımda Kuhn'un vurgulamakta eksik bıraktığı Batlamyus sisteminin bir paradigma olarak kabul edilip edilmeyeceğine ilk olarak değinilmiştir. Kendinden önceki farklı okul ve düşünürlerin çalışmalarına yönelik ortada olan yorumları bitirmesi hasebiyle Batlamyus'un astronomisinin paradigma olarak görülebileceği yorumu yapılabilir. Ancak kuram ortaya konulduktan sonra, onun üzerine yapılan eleştiriler, tekrardan farklı görüşlerin, geçmiş dönem düşünürlerin iddialarından hareketle geliştirdiğini ve bu yaklaşımlar arasında bir rekabet ortamının var olduğu görülmüştür. Bu, en azından Kuhn'un ifade etmeye çalıştığı şekilde Batlamyus sisteminin bir paradigma olmadığını gösterir.

Buna benzer bir durumunun Copernicus sistemi için de geçerli olabileceği ifade edilebilir, çünkü eğer Copernicus'tan önce paradigma benzeri bir yapı yoksa, onun yerine geçebilecek yeni bir paradigma olmadığı da görülebilir. Kaldı ki Copernicus sistemi hızlıca bir bilimsel alanı tamamen değiştiren bir sistem olmaktan ziyade, Batlamyus sisteminin de etkisinin fazlasıyla hissedildiği bütünsel bir yapı sergiler. Bu durum astronomiyi yeniden yapılandırmış ve bilimsel çalışmaları hızlandırmıştır. Copernicus'un çalışmaları bütünüyle devrimsel bir yapı göstermemekle birlikte, yapı itibariyle birtakım kavramsal dönüşümlere yol açmış ve evren algısını değiştirmiştir. Sistem, bu kimliğine ise Copernicus'un astronomi çalışmalarının doğru olduğuna inanan bilim insanlarınca gerçekleştirilen araştırmalarla ulaşmıştır. Bu aslında bir bulmacanın son parçalarının, onu tamamlamaya çalışanın dışında başka ellerin yardımıyla bitirilmesine benzetilebilir. Metodolojik olarak Batlamyus'tan Copernicus'a doğru bir "epistemolojik kopuş" yaşanmış ve bunun sonucunda yeni sistem, eskisinin önem derecesini düşürerek,

onun yerine kendisini ikame etmiştir. Buradan hareketle Kuhn'un Batlayus'tan Copernicus'a kadar olan süreci iyi tahayyül edemediği ve birtakım çelişkilere düştüğü görülür. Esasen Kuhn'un izlencesi uyarınca Copernicus'un kuramının tam anlamıyla bir devrim gerçekleştirdiğini görebilmemiz için Batlamyus'un izlencesinin de tam olarak verilmesi ve onun bir paradigma olarak kesinsek kabul edilmesinin önünde herhangi bir engel olmaması gereklidir. Ancak Kuhn bunu yapmaz ve doğrudan Batlayus'un kuramını bir paradigma olarak kabul eder. Bu keyfi ön kabul ciddi çelişkilere düşmesine neden olmuştur. Kuhn'un kavramları ile Batlamyus'un kuramının kuruluş aşaması aydınlatılabilmesine rağmen, sonraki süreçte, onun görüşlerinin geçişi kuşatamadığı görülür.

Buradan hareketle ele aldığımız iki paradigma üzerinden Kuhn'un paradigma görüşünün matematiksel –ya da onun alt disiplinlerindeki kuramlar- kuramların bilimselliğini ve gelişimini tam olarak aydınlatamadığı sonucuna varabiliriz. Özellikle Euclides-dışı geometrilerin ortaya çıkışı ve sonrasında matematikteki krizleri Kuhn'un izlencesi ile takip etmek pek mümkün görünmemektedir. Dolayısyla buradan hareketle bu krizlere odaklanıp, matematiğin doğası üzerinde dönen bir takım tartışmalara girmek ve sonrasında bir gelişim modeli koymak daha sağlıklı olacaktır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. MATEMATİKSEL BİLGİNİN TEMELLERİ ÜZERİNE

3.1. Matematik Tarihindeki Devrimci Etkileşimler ve Sonuçları

Matematiksel bilginin temellerine yönelik çalışmaların 19. yüzyılın sonuna doğru giderek artmış olduğu genel kabul gören bir gerçektir. Bunun en büyük sebebi bu yüzyılda matematikte cereyan eden devrimsel birtakım olaylardır. İlk olarak Euclides-dışı geometrilerin keşfi ile başlayan süreç, matematik tarihinde ayrıcalıklı bir yerde durur. Euclides-dışı geometrilerin ortaya çıkması ile beraber cevaplanması gereken iki büyük soru matematikçilerin önünde durmuştur. Bunlardan ilki Euclides-dışı geometriler ortaya çıktıktan sonra, tarih boyunca kesinlik ve doğruluk gibi kavramları bünyesinde barındıran Euclides geometrisinin durumu ile ilgilidir. Euclides geometrisi nezdinde matematiğin en güçlü olduğu yönler olan kesinlik ve doğruluk gibi kavramların durumu, yeni geometrilerle nasıl değerlendirilmelidir? Bu soru matematikçilerin çözmesi gereken ilk soru iken, bir diğer soru Euclides geometrisinin fiziksel uzayla bağlantısında yatar. Kant'ın insan zihninin yapısı ile Euclides geometrisinin yapısını yansıtan fiziksel uzay arasında kurduğu ilişki epistemolojik açıdan büyük önem taşımaktadır. Euclides-dışı geometrilerin ortaya çıkması bilgiyi olanaklı kılan uzayın soruşturulmasını da bu bağlamda sorgular hale getirmiştir. Sonraki dönem matematikçiler ve fizikçiler bu konu üzerinde fazlasıyla düşünmek ihtiyacı hissetmiştir.

Matematikte devrimci etkiye sahip olan bir diğer çalışma Cantor'un araştırmaları sonucunda ortaya çıkmıştır. Cantor ilk olarak matematikteki sonsuz toplamlar ile ilgilenmiştir. Onun en ünlü sonsuz toplam örnekleri tam sayılar, kesirli sayılar ve π ve $\sqrt{2}$ gibi irrasyonel sayıları da içeren reel sayılar kümeleridir. Bu toplamların en önemli özelliklerinden biri, toplamlardaki nesnelerin sayısını sayarak elde etmenin imkânsızlığıdır, çünkü sayma süreci sonsuza dek devam eder.[275] Cantor, sonsuz bir toplam ya da sınıfta bir nesnenin sayısının sayarak belirlenemeyeceğini kabul ettikten sonra, görünüşte yüzeysel bir gözlemin önemini fark eder. O, her elemana karşılık diğer tarafta da bir elemanın bulunabileceği iki nesne sınıfı tanımlar. Teknik olarak bu iki sınıfın elemanları arasındaki ilişki

[275] Morris Kilne, *Mathematics in Western Culture*, s. 397.

birerbir-eşleme adı verilen yöntemle gösterilebilir. Açıkça görülecektir ki, bu iki sınıf, birebir-eşleme yöntemi ile aynı sayıda nesneyi içerir.[276] Ancak sınıfları bazı matematiksel kümeler olarak görmeye başladığımız zaman ortaya büyük sorunlar çıkmaya başlar. Eğer bu sınıflardan birini pozitif tamsayılar diğeri de pozitif çift tam sayılar olarak düşündüğümüzde şaşırtıcı sonuçlara ulaşırız.

Cantor'un birebir-eşleme yöntemine göre, pozitif tam sayıların kümesi, pozitif çift doğal sayılar kümesi ile –ikinci küme birinci kümede içerilmesine rağmen- aynı büyüklükte görülür. Aynı durum tam sayılar ile pozitif tam sayılar arasındaki karşılaştırmada da görülür, çünkü her iki küme birebir-eşlemeye tabi tutulabilir.[277] Böylece o, iki sonsuz kümenin, üyelerinin birebir-eşleme yöntemi ile karşılaştırıldığında, aynı büyüklükte olmaları gerektiği sonucuna varır.[278] Bir kümenin kendisinin bir alt kümesi olan bir küme ile aynı büyüklüğe sahip olması büyük bir dilemma olarak görülmüştür. Fakat sonsuz kümelerin sayısal eşitliğine karar vermek için bir temel olarak birebir-eşleme yöntemini kabul edersek, görünüşteki bu "saçmalığa" razı olmalıyız. Bu, rasyonel düşüncenin kendisinde "saçmalıklar" üreten çelişkilere yol açabilir, ama burada bize sorunlu gelen sonuçların mantıki bir sebebi verilebilir.

Pozitif tam sayı kadar çok pozitif çift doğal sayıya sahip olmaktan kaynaklı ortaya çıkan "saçmalık", bizim sonlu sayıda nesnesi bulunan kümeleri çalışıyorken oluşturduğumuz bir düşünce alışkanlığından gelen inanca dayalıdır. Düşüncemizin bu şekli, sonlu sayıda elemanı bulunan kümeleri kavramak için hizmet verirken, sonsuz kümeleri anlamak için güvenilir bir rehber değildir.[279] Dolayısıyla doğrudan sağduyudan hareketle ulaştığımız bu matematiksel pratikten çıkarsayabileceğimiz temel sonuç, sağduyuya dayalı temel önermeler veya yaklaşımların bizi zaman zaman yanıltabileceğidir. Matematiğin temeli noktasında tarih boyunca bir dayanak noktası olarak alınan sağduyu, Cantor'un kümeler üzerine yaptığı analiz vesilesiyle güven vermeyen bir kaynak olarak görülebilir. Cantor'un bu çalışmasının sonucunda, sağduyunun temel olarak görüldüğü birçok matematiksel alandaki ilk aksiyom veya postulatlar sorgulanmaya başlanmıştır. Örneğin Euclides'in geometrisinin başlangıç

[276] Kline, *a.g.e.*, s. 397-398.
[277] *A.g.e.*, s. 399.
[278] Stephen F. Barker, *Matematik Felsefesi*, s. 107.
[279] Morris Kline, *Mathematics in Modern Culture*, s. 399-400.

aşamasında gördüğümüz ve Bergson tarafından da tekrar hatırlatılan *bütün parçasından büyüktür* aksiyomu bu bağlam ile bir kenara bırakılmak zorundadır, çünkü doğrudan sağduyunun olanaklı kıldığı bu aksiyom, Cantor'un çalışmaları ile bir aksiyom olmaktan çıkar. Bütün, sonsuz bir küme olarak alındığında pekâlâ parçasına da eşit olabilir.[280]

Küme teorisinin tüm matematik için sıkı bir temel olarak görülmüş olmasına rağmen, teorideki paradoksların keşfi, aslında matematiğin tamamı için büyük bir tehdit oluşturmuş ve matematikçiler arasında ciddi kafa karışıklıklarına sebebiyet vermiştir. Bu durum açıkça matematiğin temellerine yönelik çalışmaların zorunluluğunu göstermiştir.[281] Matematiksel teoriler ve yöntemlerin sağlamlığı konusunda oluşan bu büyük zorunluluk böylelikle sonraki kısımda isimlerine değineceğimiz üç okulun –mantıkçılar, formalistler ve sezgiciler- matematiğin temellerine yönelik çalışmalarında ortak bir başlangıç noktası oluşturmuştur. Bu ortak temel, onların matematiğin sağlamlığı sorununun nasıl çözülebileceğini sormasıyla betimlenebilir.[282]

3.2. Temelcilik Üzerine

Bahsi geçen yüzyılda hâkim bir anlayış olarak alan içindeki egemenliğini tesis eden temelcilik uzun bir dönem araştırmalarda etkili olmuştur. Felsefi bir gelenek olarak temelciliğin kökleri eskiye dayanır. Frege, Hilbert ve Brouwer'in gerisinde karşımıza Kant'ın çıktığını görürüz. Kant'ın gerisinde Leibniz, onun gerisinde Descartes ve Spinoza, tüm bu düşünürlerin gerisinde Aquinas, Augustinus, Platon ve temelcilik düşüncesinin ilk temsilcisi olarak Pythagoras geleneğin büyük temsilcileridir.[283] Adı geçen isimlerin konuyu ele alış şekilleri birbirinden farklı olmasına rağmen, esas itibariyle onların bir gelişim çizgisi takip ettikleri ve kuvvetli bir gelenek oluşturdukları söylenebilir. Temelciliğin felsefe tarihindeki gücünü görmek için, bu gelenek içinde çalışma yapan insanlara bakmak yeterlidir. Örneğin, Frege'deki Kantçı etkiler, Kant'ın Newton, Hume ve Leibniz'e verdiği cevaplar ve

[280] Marcel Boll, *Matematik Tarihi*, s. 63-64.
[281] Yuxin Zheng, "*The Revolution in the Philosophy of Mathematics*", Logique et Analyse, Nouvelle Serie, Vol. 40, No. 158,(Avril-Juin) 1997. s. 156.
[282] Yuxin Zhengs, "*The Revolution in the Philosophy of Mathematics"*, s.156.
[283] Reuben Hersh, *What is Mathematics Really*? First published by Oxford University Press, New York, 1997, s. 91.

bu isimlerin düşüncelerin oluşumundaki Descartes ve antik Yunan kökleri ne demek istediğimizi anlatmaktadır.[284]

3.3. Modern Mantıkçılık ve Eleştirisi

19. Yüzyıl sonunda matematikte yaşanan krizlerden sonra temelcilik yaklaşımının ivme kazandığı görülür. Bu temelci okullardan ilki olan mantıkçı okul ortaya çıkmış olan krizleri savuşturmak için mantığı bir kurtuluş yolu olarak görmüştür. Hatta bir adım daha ileri giderek kendi çalışmaları ile mevcut matematiği aksiyomatik hale getirmekten daha fazlasını yaptıklarını düşünmüşlerdir. Onlar matematiğin tamamını ilave mantıksal varsayımlar kullanmaksızın saf mantıktan türetmiş olduklarını ve böylelikle matematiğin bir bütün[285] olarak "analitik" olduğunu gösterdiklerine inanmışlardır. [286] Mantıksal öncüllerden türetimin olup olmadığı konusu büyük oranda sözsel bir konu olarak birçok düşünür tarafından düşünülmüştür. Ancak modern mantıkçıların konuya seleflerinden daha sistematik şekilde baktıkları görülür. Onlar matematiğin tamamını sadece basit mantığa indirgememişler, basit mantığa ek olarak küme teorisi ve bu teorinin özelliklerini kullanarak indirgeme işlemini teminat altına almışlardır.[287] Böylelikle küme teorisini mantığın bir kısmı olarak sayarsak, matematik onlar açısından mantığa indirgenebilir.[288] Mantıkçıların bu duruşu aritmetiğin önermelerini "sentetik a priori" olarak tanımlayan Kant'ın temellendirmesini çürütme iddiası taşır. Felsefe geleneğindeki önemli düşünürlerden biri olan Kant'ın matematik üzerine düşüncelerine karşıt bir tavır almaları sonraki süreçte mantıkçıların çalışmalarına

[284] Reuben Hersh, *What is Mathematics Really*, s. 91.

[285] Yalnız belirmek gerekir ki; Frege'nin mantıkçılığı ile Russell ve Whitehead'ın mantıkçılığı arasında özsel bir fark vardır. Frege, aritmetiği, Russell ve Whitehead ise tüm matematiği mantığa indirgemeye çalışmıştır. Daha fazla detay için bknz, Cemal Yıldırım, *Matematiksel Düşünme*, s. 88-93.

[286] Paul Benacerraf – Hillary Putnam, *Philosophy of Mathematics: Selected Readings*, Second Edition, Cambridge University Press, 1983, s. 11-12.

[287] Mantıkçılık okulunun önemli isimlerinden olan Bertrand Russell bu bağlantıyı kendi ağzından açık bir şekilde dillendirir. Özellikle kümeler kuramı ile sarsıcı çalışmaları olan Cantor'un metinlerine atıf yapılması burada önemlidir. Bir yerde Russell, "Matematiksel mantıktan bahsederken bu kelimeyi çok geniş bir anlamda kullanacağım. Bu kelimeyle ben Cantor'un transfinit sayılar üzerine çalışmalarını anladığım kadar, Frege ve Peano'nun mantıksal çalışmalarını da anlıyorum" demektedir. Konu üzerinde daha fazla detay için bknz. Bertrand Russell, "*Matematiksel Mantığın Felsefi Önemi*" çev. Muharrem Özlük, *Matematik Felsefesi*, derleyen: Bekir S. Gür, Kadim Yayınları, 3. Baskı, 2011, s. 101.

[288] Paul Benacerraf – Hillary Putnam, *Philosophy of Mathematics: Selected Readings*, s. 12.

dikkati arttırmıştır. Hem mantıkçı okul açısından hem de bahsettiğimiz karşıtlık açısından ele alınması gereken en önemli düşünürlerden biri Frege'dir.

Frege tarafından kurulan Mantıkçılık, sonraki dönemde Russell ve Whitehead ile geliştirilmiştir. Onların ana düşüncesinin altında matematiğin, mantığın bir dalı olduğuna[289] yönelik inanç yatar.[290]Kökeni Leibniz'e kadar götürülebilecek mantıkçılık tezini Frege'den hemen önce çağdaşı olan matematikçi Dedekind kullanmıştır. Frege, Peano'nu matematiği aksiyomatikleştirdiği sistemine benzer şekilde, soyut ve kavramsal bir dil kullanarak tüm aritmetiği mantığa indirgemeyi düşünmüştür. Aritmetiğin, mantığa indirgenmesi açıkça, onun doğrularının analitik ve a priori olduğunu göstermek ve tüm yasalarının mantığın yasalarından türetilebileceğini göstermek demektir. Yani bu tez aritmetiğe özel olan birtakım temel kavramlar ve işlemlerin tamamen mantıksal kavramlar ve işlemlere indirgenebileceğini ima eder.[291] Bu, kuşkusuz matematiği deneysel bir bilim sayan Mill'in görüşüne ve matematiksel önermelerin sentetik a priori olduğunu iddia eden Kant'ın görüşlerine açıkça ters düşmektedir.[292] Kaldı ki Frege de *Aritmetiğin Temelleri* isimli metninde hem Mill'in[293] hem de Kant'ı[294] adını anarak, onların görüşlerinde sorunlu gördüğü yapıyı teşhir eder.[295]

---

[289] Yalnız belirmek gerekir ki; Frege'nin mantıkçılığı ile Russell ve Whitehead'ın mantıkçılığı arasında özsel bir fark vardır. Frege, aritmetiği, Russell ve Whitehead ise tüm matematiği mantığa indirgemeye çalışmıştır. Daha fazla detay için bknz, Cemal Yıldırım, *Matematiksel Düşünme*, s. 88-93.

[290] Rudolf Carnap, *Foundations of Logic and Mathematics: Foundations of the Unity of Science*, Vol 1 No 3 (eighth impression 1957, foundation of unity of science), published by University of Chicago Press, s. 48.

[291] H. Bülent Gözkan, "*Matematik Sadece Mantık Temelinden Türetilebilir mi*?", *Felsefelogos*, sayı 49-2, 2013, s. 62. s. 62.

[292] Matematiksel Düşünme, s. 88

[293] "Bir çift çizme, iki çizmeyle aynı görülebilir ve dokunulabilir bir olgu olabilir. Burada hiçbir fiziksel farkın karşılık gelmediği sayısal bir fark söz konusudur; çünkü "iki" ve "bir çift" hiçbir şekilde, Mill'in tuhaf bir biçimde inanıyor göründüğü gibi, aynı şey değildir." Gottlob Frege, *Aritmetiğin Temelleri*, Çev. H. Bülent Gözkan, Yapı Kredi Yayınları, 3. Baskı, İstanbul 2014, s. 117. Frege'nin burada vurgulamak istediği tam olarak bir sayı olarak "iki" ile bir niceliği niteleyen öbek olarak "bir çift" arasında özsel farktır. Onların belirli nesneleri tanımladığı durumda fiziksel olarak benzeşmeleri, bu özsel farkı belirlememize engel teşkil etmez. Bu özsel fark "iki"nin mantıksal temellendirmesini olanaklı kılarken, "bir çift" öbeğinin nitelendirmesini mümkün kılmaz. Mill, Frege'nin baktığı taraftan açıkça fiziksel gerçekliğin nitelenmesi ile mantıksal matematiksel nesnelerin arasındaki farkı örter. Mill, aritmetiğin kendisi ile onun pratik alana uygulamasını gözden kaçırır.

[294] "Şimdiye kadar yapmış olduklarımızdan aritmetiğin doğruluklarının analitik ve a priori olduğu sonucu kuvvetle muhtemelmiş gibi görünüyor ve böylece Kant'ın konuyla ilgili görüşünde bir ilerleme gerçekleştirmiş oluyoruz." Gottlob Frege, *Aritmetiğin Temelleri*, Yapı Kredi Yayınları, çev. H. Bülent Özkân, İstabul, 2014, s. 198. Buradan hareketle Frege'nin, Kant'ın aritmetiğin doğruluklarını sentetik a priori olarak nitelendirilmesine karşı farklı bir alternatif görüş ortaya

Matematiksel mantıkçılık alanındaki büyük etkisi Frege üzerine ilgiyi arttırmış ve onun üzerinde birçok ayrıcalıklı çalışma ortaya çıkmıştır. Bunun tipik bir örneği olan matematik tarihçisi Donald Gilles, farklı bir bakış açısından Frege'yi değerlendirir. Ona göre, Frege'nin mantık alanındaki çalışmaları konu üzerinde bir devrim başlatmıştır. Buna göre, "mantıktaki Fregeci devrim ibaresi Copernicus'un astronomideki devrimi ile aynı anlamda kullanılabilir.[296] Bu koşutluğu kurmasında Gilles'in Frege ile Copernicus'un çalışmalarında gördüğü bazı yakınlıklar etkili olmuştur. Öncelikle hem Frege'nin temel metni olan *Begriffsschrift* hem de Copernicus'un *De Revolutionibus* sadece birkaç uzman tarafından okunan bir hayli yüksek teknik kitaplar olarak karşımıza çıkar. İkincisi her iki isimde hâkim paradigmaların hüküm sürdüğü bir dönemde çalışmalarını ortaya koymuş ve onların çalışmaları ancak zamanla kendi alanlarında büyük dönüşümleri gerçekleştirmiştir. Tarihsel olarak Copernicus'tan önce, kozmolojide Aristoteles'in fiziği ve Batlamyus'un astronomisinin birlikte tutarlı olmayan bir sentezinden oluşan paradigma hüküm sürmüştür. Copernicus'tan sonra ise kozmolojide, Kepler tarafından geliştirilmiş olan Copernicus astronomisi ve Newtoncu mekaniğin daha tutarlı bir sentezinden oluşan paradigma egemen olmuştur. Aynı terimler ile Fregeci mantığı da analiz edebiliriz. Frege'den önce, mantıkta özü tasım teorisinden oluşan Aristoteles paradigması hâkim bir yapı olarak karşımıza çıkar. Frege'den sonra ise mantıkta, özünde önermeler hesabından oluşan Fregeci mantık egemen olmaya başlamıştır.[297]

Frege'nin alan içindeki etkinliği büyük olmasına rağmen çalışmasının merkezinde küme kuramı olması ileriki aşamada ona büyük sorun oluşturmuştur. Literatüre Russell paradoksu[298] olarak geçen gösterim ile Cantor'un sonsuzluk

---

koyduğuna dair inancı paylaşır. "İlerleme" vurgusuyla Frege, aslında bir yerde geri kalmış veya noksan bir doktrini geliştirmiş olduğunu ima eder. İleri-geri dikotomosi Frege'nin Kantçı geleneği tümden dışlamadığının da bir göstergesidir. Frege, bir yerde yüzünü Kant'a çevirerek kendi yapısını kurmuştur.

[295] Gottlob Frege, *Aritmetiğin Temelleri*, s. 98-109.

[296] Donald Gilles, "*The Fregean Revolutions in Logic*", *Revolutions in Mathematics,* der. Donald Gilles, s. 265

[297] Donald Gilles, "*The Fregean Revolutions in Logic*", s. 265-266.

[298] Paradoks kabaca "kümelerin kümesi" olarak ele alınan yaklaşımlardan ortaya çıkar. Bu yaklaşıma göre herhangi bir A kümesi tanımlayalım. A kümesini kendi kendisinin elemanı olmayan kümelerin kümesi olarak kabul edersek, A kümesi kendi kendisinin bir elemanı olur mu? Burada A'nın kendi elemanı olması ya da olmaması durumlarının her ikisinde de bir paradoks belirir. Paradoksa göre; A kendisinin bir elemanıdır ancak ve ancak A kendisinin bir elemanı değildir anlamına gelir. Bekir S. Gür, "*Matematik Felsefesine Giriş*", *Matematik Felsefesi,* der. Bekir S. Gür, Kadim Yayınları, 2011,

yaklaşımlarının aritmetiğin dayandığı küme kuramında ciddi paradokslara sebep olduğu görülmüştür.[299] Bu durum kuşkusuz aritmetiğin Fregeci temellendirmesinin de sarsılmasına yol açmıştır. Yaşanılanlardan sonra Russell hem paradokslardan kurtulmak hem de matematiğin bütünü mantığa indirgemek için bir dizi çalışma geliştirmiştir. Küme kuramından kaynaklanan paradokslardan kurtulmak için "tipler kuramı"nı ortaya koyan Russell, kendi-kendisinin üyesi olan kümeleri dışarıda bırakarak sorunu çözmeyi denemiştir. Whitehead ile birlikte bu çabalarının vücut bulduğu eseri olan *Principia Mathematica*'da matematiğe mantıksal bir bütünlük arayışına girişmişlerdir.

Russell ve Whitehead'ın olumlu çabalarına karşın paradokslardan kurtulmak için geliştirilen tipler kuramı küme kuramını daha karmaşık bir hale getirmiştir. Ayrıca sonsuzluk aksiyomu gibi izahı zor birtakım aksiyomların sisteme dâhil edilmesiyle bir bütün olarak çalışmanın güvenilirliği sorgulanır hale gelmiştir.[300] Hem Frege'nin hem de daha sonrasında Russell ve Whitehead'ın kendi çalışmalarında ciddi sorunlarla karşılaşmaları, onların konu üzerinde doğru tespit yapamadıklarının göstergesidir. Öncelikle sayıları küme kuramına indirgeyerek matematiğe sağlam bir temel oturtulmaya çalışılması eksik bir tutumdur, çünkü yaklaşımın başarılı olması için ilk olarak küme kuramının mantığın bir parçası olduğu net bir şekilde ortaya konmalıdır. Dahası bunun gerçekleşmesi bile matematiğin kümeler teorisi ile temellendirilebileceğini garanti etmez, çünkü küme teorisinin ne kadar yeterli ve tutarlı olduğu da şüphelidir.[301] Yani kısaca mantıkçıların iki hayati hataları olduğu söylenebilir.

Bunlardan ilki, onların temellendirilmeye muhtaç ve dolayısıyla güvenilirliği şüpheli küme kuramına fazlasıyla yaslanmalarıdır.[302] Mantıkçıların bir diğer hatası ise küme kuramından kaynaklı paradokslardan sonra, paradokslarla yüzleşip, onları sağlama almaktan ziyade tipler kuramı yaklaşımını benimseyerek mevcut

---

s. 28.
[299] Bekir S. Gür, "*Matematik Felsefesine Giriş*", s. 29.
[300] Gür, *a.g.m.*, s. 29.
[301] Matematiksel Düşünme, s. 92.
[302] Küme Teorisi, modern matematikte çok önemli bir pozisyon işgal ettiği için, küme kavramı üzerine derin analizlerin matematik felsefesinin modern çalışmaları için çok önemli bir konu olduğu düşünülür. Ancak küme kuramının kendisi matematik felsefesinin sadece bir kısmı olarak ele alınır ve matematik felsefesinin merkezi bir konusu olarak görülmez. Daha fazla detay için bknz: Yuxin Zheng "*The Revolutions in The Philosophy of Mathematics*" s. 159.

paradoksları atmaya çalışırken kendi sistemlerini daha anlaşılmaz ve yeni paradokslara açık hale getirmeleridir. Bu durum bize Agamben'in, "hiçbir şekilde kapsanamayan şeyler dışlanarak kapsanırlar"[303] görüşünü hatırlatır. Mantıkçıların matematiğin temellerine yönelik yaklaşımlarında yaşanan sorunlar, sonraki aşamada yeni bir temelci anlayışın belirmesine yol açmıştır.

3.4. Formalist Yaklaşım ve Eleştirisi

Bernays ve Hilbert tarafından kurulan formalizm, mantıkçılığa karşılık olarak klasik matematik sistemini yorum katılmaksızın tek bir sistem içinde inşa etmeyi önerir. Geliştirilen bu teori literatüre metamatematik olarak geçmiştir.[304] Hilbert'in temellere olan ilgisinin, 19. yüzyılın sonunda geometri üzerine incelemelerine dayandığını söyleyebiliriz. En önemli eseri "Geometrinin Temelleri"nde Peano'nun yaptığı gibi 0 gibi bazı ilkel terimleri kullanarak özel bir matematiksel sistem ile temel bir mantıksal hesabının bütünleştirici yapısını sunmuştur.[305] Dolayısıyla Hilbert Geometrinin Temelleri'nde sezgiye hiçbir şekilde başvurmaksızın, ilkel geometriye yönelik titiz bir aksiyomatik yaklaşım ortaya koymuştur.[306] Dolayısıyla formalistlerin matematiğin soyut nesneleri arasındaki ilişkiyi simgesel bir şekilde kurmuş olduklarını söyleyebiliriz. Onların sistemlerindeki terimler anlamsız birer simgeyken, nesneler arasındaki ilişkileri ifade eden cümleler ise içerikten yoksun birer önerme biçiminde görülebilir.[307]

Formalistlerin kurmaya çalıştıkları sistemin iki özgün özelliği vardır. Bu özelliklerden biri kuşkusuz ki tutarlık problemine verdikleri önemde kendini belli eder. Tutarlılık onlar için matematiksel bir sistemin ana görevi olmalıdır. Program başlı başına küme teorisinden kaynaklanan paradokslar ile sezgicilerin matematiğe karşı yönelttiği eleştirilere bir cevap mahiyetinde olup, tüm bu sorunlar karşısında matematiğin tutarlılığını teminat altına almayı amaçlamıştır.[308] Formalist programın bir diğer özgün özelliği ise kurdukları sistemde tamlık koşulunu esas almalarıdır.

[303] Giorgio Agamben, *Kutsal İnsan*, çev. İsmail Türkmen, Ayrıntı Yayınları, 2017, s. 36
[304] Rudolf Carnap, *Foundations of Logic and Mathematics: Foundations of the Unity of Science*, s. 49.
[305] A.g.e.,s. 49.
[306] David M. Burton, *Matematik Tarihi Giriş*, çev. Soner Durmuş, Nobel Akademik Yayıncılık, İstanbul, 2017, s. 708
[307] Cemal Yıldırım, *Matematiksel Düşünce*, s. 94.
[308] Yıldırım, *a.g.e.*, s. 94.

Tamlık koşulu kısaca programın olanak tanıdığı şekilde kurulmuş olan tüm cümle ve "değilleri"nin, yine sistem içindeki aksiyomlardan hareketle çıkarsanabilir.

Formalistlerin büyük bir güvenle bağlı oldukları programları Kurt Gödel'in 1931'de yayımlamış olduğu bir makale ile ciddi darbe almıştır. Literatüre tamamlanamazlık teoremleri olarak geçen iki teoremi ile Gödel, Hilbert'in programının başarılı olmasının mümkün olmadığını göstermiştir. Gödel'in tamamlanamazlık teoremlerinin iki önemli sonucu vardır. Bunlardan ilki, tüm aritmetiği kuşatacak şekilde kurulmuş bir sistemin tutarlılığının metamatematiksel düzeyde bir ispatla verilemeyeceğini ifade eder. İkinci ve daha devrimci sonuç ise herhangi bir tutarlı aritmetiksel aksiyomlar kümesinde, o kümenin içinden türetilemeyecek doğru aritmetik önermelerin olduğunu söyler.[309] Sonuçlar, formalist sistemin dilinden ifade edersek tutarlılık ile tamlığının aynı sistem içinde birbirini kuşatamayacağını ima eder. Yani Gödel'e göre sistemin içindeki aksiyomlar ne kadar tutarlı olursa olsun, onun içinde kalınarak doğruluğu ya da yanlışlığı ispat edilemeyecek önermeler üretmek her zaman mümkündür. Üretilen yeni önermeleri doğrulamak ya da yanlışlamak için sisteme dışarıdan yeni aksiyomlar eklemek gerekir ki, bu da sistemin tamlılığını sekteye uğratır. Ayrıca sisteme dışarıdan dâhil edilecek aksiyomların kendileri ve sistem içindeki önermelerle bağıntıları şüpheli olacağından tutarlılık koşulu da sorgulanır hale gelecektir.

Gödel'in çalışmasının bir başka devrimci sonucu daha vardır. Buna göre çalışma "doğru" ile "ispatlanabilir" kavramlarının eş-değer olmadığını açık bir şekilde gösterir. Bu, klasik mantıktaki bir önermenin sadece doğru ya da yanlış olduğunun kesinkes ispatlanabileceğine yönelik derin inancı da yıkmıştır.[310] Buradan hareketle Gödel'in matematiği sağlam temellere oturtmak için çabaya girişen matematikçilere karşı bu "temelci" yaklaşımın altını tamamen oyduğunu söyleyebiliriz. Onun çalışması bu bağlamda matematiğin temellerine yönelik gerçekleştirilen girişimlerin etkisini ve sayısını kuşkusuz ki azaltmıştır.

[309] Ernest Nagel – James R. Newman, *Gödel Kanıtlaması: Matematiğin Sınırları*, çev. Bülent Gözkan, Sarmal Yayınları, 1994, s. 66-67.
[310] Ali Ülger "*Matematiğin Kısa Bir Tarihi*", s. 150.

3.5. Sezgici Yaklaşım ve Eleştirisi

Sezgici matematikçiler düşüncenin özgür, hayati bir aktivitesi ve insan zihninin doğal bir işlevi olarak matematik yapmayı önermişlerdir. Yaklaşımın temelinde onların matematiği doğrudan insan zihninin bir üretimi olduğu kabulü etkili olmuştur. Sezgiciler zihindeki düşüncelerle ilişki kurmak için de hem doğal hem de biçimlendirilmiş bir dil kullanmışlardır.[311] Hollandalı matematikçi L. E. J. Brouwer tarafından sistematik hale getirilen sezgici yaklaşım matematiğin temellerinde sorunları çözmek adına güçlü bir program olma iddiasıyla oluşturulmuştur. Brouwer, matematiğin nesneleri ve onun temel önermelerinden gelen bilgimizi a priori bir sezgiye dayanarak inşa ettiğimizi iddia eder. Böylece bu sezgi, matematiksel varlıkların potansiyel sonsuzluğunu tanımak ve daha sonraki inşalar için temel oluşturabilir.[312] Brouwer'ın en önemli amacı sadece açık bir şekilde sezgisel doğrulaması olduğunu düşündüğü yapılar vasıtasıyla matematiği kurmak ve geliştirmektir. Aslında Brouwer'in gösterdiği bu tavrı matemetik tarihinde belli açılardan izleyebiliriz. Örneğin, Kant, Kronecker ve Poincare gibi isimler tarafından kısmen öngörülen sezgici program bir taraftan matematiğin karşısında mantığın üstünlüğünü kabul eden mantıkçılara, diğer taraftan ise matematiği salt biçimsel bir yapıya indirgeyen formelistlere karşı bir tavır olarak okunabilir.[313] Dolayısıyla sezgicilerin tutarlılıktan çok, sezgisel verilere ve zihinsel inşalara dayanan kanıtları önemsedikleri söylenebilir.[314]

Brouwer başta olmak üzere sezgiciler matematiğin temelleri sorununu çözmek için dilin anlamdan önce geldiğini düşündükleri kısımları kendi programlarından çıkarmayı göze aldılar. Onlar açıkça güzel görünen ama içerik anlamında içi boş olan ne kadar gereksiz süsleme varsa kurtulmayı hedeflediler.[315] Sezgicilerin bu düşünceleri kendi yaklaşımlarında daha ilk baştan sorunlu bir zemine düştüklerini gösterir. Öncelikle ilk sorun dil ile anlam arasında kurdukları ilişkidir. Onlar, dili

---

311 Arend Heyting, "The Intıitionist Foundations of Mathematics",*Philosophy of Mathematics: Selected Readings*, edited by Paul Benacerraf-Hillary Putnam, Second Edition, Cambridge University Press, s. 52-53.

312 Williams Aspray and Philip Kitcher, "*An Opinionated Introduction*", *History and Philosophy of Modern Mathematics*, edited by William Aspray and Philip Kitcher, The University of Minnesota Press, 1988, s. 6.

313 David M. Burton, *Matematik Tarihi Giriş*, s. 711-712.

314 Cemal Yıldırım, *Matematiksel Düşünce*, s. 99.

315 David M. Burton, *Matematik Tarihi Giriş*, s. 711.

bağımsız bir varlık olarak kabul edip, temellendirmelerine sonradan girişmişlerdir. Ama dili bir nesneymiş gibi ele almak, onun var olan gerçekliğini siler. Burada dili doğrudan bir nesne olarak kabul etmek, özneyi nesnenin dışına çıkarır. Dahası bizim dilin dışı diye tarif edebileceğimiz bir yer de yoktur.[316] Dil kendi yapısı uyarınca belirsizliğe kapı aralar. Dolayısıyla sezgicilerin anlamdan önce gelen dilin temizlenmesine yönelik tavırları konunun tabiatı itibariyle mümkün değildir. Anlam içermediği gerekçesiyle matematiksel yapıların içinden dilin kısımlarını çıkarmak, matematikçiyi işlevsiz bıraktığı gibi, matematiksel yapıların içinde onarılamaz gedikler açar. Kaldı ki "dil, anlamın mantıksal olarak sabitlenme çabalarına direnir. Anlam, tam da bu belirsizliğin bahçesinde yeşerir."[317] Buradan hareketle sezgicilerin dilin doğasını çözümlemeden, belli başlı ön kabullerle iş yaptıkları ve kendi temellendirmelerini zor durumda bıraktıkları görülür.

Tüm bunların dışında sezgiciliği değerlendirirken düşünülmesi gereken en önemli kısım, onların yaklaşımlarının sınırları ile oluşturulacak matematiğin ne kadar tatmin edici olup olmadığıdır. Sezgicilerin yaklaşımları ile oluşturulan matematik, kendi tarihi ile ele alındığında mevcut matematiğin tümünü kapsayamayacağına göre, dışarıda bırakılan bölümlerden bir çırpıda vazgeçilebilir mi? Birtakım çelişkiler ve açıklık pahasına, matematiğin tarihsel birikiminin ciddi bir kısmı bir tarafa itilebilir mi?[318] Kuşkusuz ki bu sorular sezgici yaklaşımın büyük sorunlarından bir başkasıdır. Onların matematiksel dil ile onun anlamı arasındaki ilişkiyi çözümlemeden, keyfi kabullerle temellendirmelere başlaması ve matematik tarihi ile uyuşmayan bir görüntü çizen yaklaşımları, yöntemleri üzerine güvenilirliği sarsan bir boyuta sahiptir.

Yukarıda adı geçen üç okulun temelcilik üzerine çalışmaları mantıksal analiz yöntemi ile karakterize edilebilir. Başka bir deyişle mantıksal analiz matematiğin temelci felsefesi için ana yöntemdir.[319][320] Mantıksal yönteme vurgusundan dolayı matematiğin temelci felsefesinin, matematiğin güncel tarihini önemsemediği görülür.

---

[316] Gökhan Yavuz Demir, *Dilin Belirsizliği*, Pinhan Yayıncılık, İstanbul, 2018, s. 48.
[317] Gökhan Yavuz Demir, *Dilin Belirsizliği*, s. 54.
[318] Cemal Yıldırım, *Matematiksel Düşünce*, s. 100-101.
[319] Yuxin Zheng, "*The Revolutions in The Philosophy of Mathematics*" s. 157.
[320] Sezgiciler matematiğin temelini açıklayabilmek için mantıktan ziyade sezgiyi kullanmışlardır. Ancak, sezgicilerin amaçladığı şey, disiplinin tamamının mantıksal yapısının analizine dayayan bir matematiksel yeniden inşadır. Konu üzerinde önemli bir tartışma için bknz: Arend Heyting, "*The Intuitionist Foundations of Mathematics*", s. 52-60.

Örneğin onların görüşlerinde, matematiksel keşif olarak tarif edilebilecek bir süreç tümüyle psikolojinin alanına aittir ve bu, matematiğin felsefi analizi için hiçbir şey belirtmez.[321] Temelci yaklaşımı böylesine tutucu bir şekilde benimseyen filozofların düşüncelerinin merkezinde, matematiğin deneysel değil, saf mantıksal olduğuna yönelik derin inanç yatar. Bu anlamda, onların durağan, mutlak matematik görüşüyle, daha sonra ciddi bir gelişim gösterecek deneysel matematik görüşünü benimseyenler arasında doğrudan bir karşıtlık vardır diyebiliriz.[322]

İlaveten, bu karşıtlığın oluşmasında matematiğin temelci felsefelerinin a priori epistemolojiye gizli bir bağlılık taşımaları sebep olabilir. Eğer matematik, onlar tarafından a priori şekilde kabul edilmeseydi, o zaman temelci programlar sadece matematiksel alanlardaki bazı içsel zorlukların üstesinden gelebildiği ölçüde değerlendirilmeye tabi tutulabilirdi.[323] Temelci okulların başarısızlığa uğramaları matematiğin doğasına dönük yapılan çalışmalarda yeni bir perspektif geliştirmiştir. Bilim felsefesinin yeni bir tarihselci anlayışla mantıksal pozitivizmden kopuşuna benzer şekilde matematik felsefesi de temelci yaklaşımlardan tarihselci yöntemin alan içinde değerlendirilmesi sayesinde kopmuştur. Önceki okulların başarısızlığı, gelişen yeni tarihselcilik ve bilim felsefesi ile matematik felsefesi arasındaki ilişkiler bu yeni perspektifin benimsenmesinin sebeplerindendir. Bu perspektifi benimseyenler arasında hem etkinliği hem de konu özelinde dikkate değer fikirler öne sürmesiyle Imre Lakatos, bizim araştırma konumuza yön verecek kişidir. Onun matematik üzerine düşünceleri ikinci bölüm ile bir bağlantı kurması hasebiyle de Euclides ve geometri konusunda belli başlı yaklaşımlar geliştireceğiz.

3.6. Lakatos'un Yarı-Deneyci Yöntemi ve Euclides Geometrisi

Kendisinden önce gerçekleşen çalışmaların çoğunu bünyesinde barındırması ve tüm okullar arasında zamanla kabul edilen bir kuram olması hasebiyle Euclides'in Element'lerinin paradigma görüşüne bazı paralellikler sergilediğini ikinci bölümde ifade etmiştik. Özellikle Euclides'in *Element*leri niçin kaleme aldığını kendimize sorduğumuzda bu tespitimizi güçlendiren birtakım argümanlara ulaşabiliriz. Euclides'in kendisinden önceki yakın geçmişe yönelik tüm başarıları tek bir metinde

[321] Yuxin Zheng, "*The Revolutions in The Philosophy of Mathematics*", s. 157.
[322] Zheng, *a.g.m*, s. 157.
[323] Philip Kitcher, "*Mathematical Naturalism*" *History and Philosophy of Modern Mathematics*, edited by William Aspray and Philip Kitcher, The University of Minnesota Press, 1988, s. 294

birleştirmek istediği büyük bir güvenle varsayılabilir. Kuşkusuz ki bu başarılar Eudoxus'un orantılar kuramı, Theaetetus'un irrasyoneller yaklaşımı ve Platon'un kozmolojisinin önde gelen kavramları olan beş düzgün cisim ile alakalı kuramıdır. Adı geçen kuramların hepsi Yunan biliminin büyük başarılarıdır.[324] *Elementler* tüm bu çalışmaları bünyesinde toparlayarak hem merkeze kendini yerleştirmiş hem de etkinliği vesilesiyle gelecekte bu kuramlar üzerinde yapılabilecek muhtemel tartışmaların da önünü kapamıştır. Ama Euclides'in aksiyomatik-tümdengelim sistemi detaylı bir analize tabi tutulduğunda bizi özel tespitler yapmaya götürebilir. Yukarıda da ifade edilmeye çalışıldığı gibi, Euclides *Elementler*'de önce bazı tanımlar verir, sonrasında ise aksiyomlar ve postulatlar tanıtması ile sisteminin temelini kurar. Sonraki aşamada ise verilen tanımlar, aksiyomlar ve postulatların yardımıyla önermeler ve teoremlere ulaşılır. Son kısım ise ulaşılan bu önerme ve teoremlerin doğruluğunu teminat altına alacak ispatları vermek olur. Kabaca belli kabuller ve onun üzerine inşa edilen yapılar olarak iki aşamalı bir model olan Euclides'in sistemi bu yönüyle, bize Lakatos'un matematik felsefesi üzerine söylediklerini hatırlatır.

Bilim felsefesi geleneğinde saygın bir yeri olan Lakatos, bu konu üzerinde de literatüre kazandırdıklarıyla incelenmesi gereken bir düşünürdür. Lakatos'a burada sadece bir Kuhn eleştirmeniymiş gibi bakmak hatalı olabilir. Onun felsefi izlencesinde hem Popper'in yanlışlamacılığına, hem de Kuhn'un paradigma görüşüne karşı eleştiriler beraber yükselir. Lakatos kendi bilimsel görüşünü ortaya koymadan önce ilk olarak Popper'in yanlışlamacılığı üzerine düşüncelerini ifade eder. Ona göre, yanlışlamacılık, rasyonel düşünce bağlamında bir geri adım olarak değerlendirilebilmesine rağmen, ütopyacı standartlara karşı koyan ve kafa karıştırıcı tüm düşünceleri bertaraf etmek noktasında bir ilerlemedir.[325] Bu yönüyle de dikkate değer ve üzerinde kafa yorulması gereken bir yöntem olarak değerlendirilmeye alınabilir.

Ayrıca bunların yanında Lakatos'u ayrıcalıklı kılan bir başka özelliği daha vardır. Bu özellik matematik felsefesi ve bilim felsefesi arasında kurmaya çalıştığı dönüşümlü ilişkidir. İlk olarak o, bilim felsefesinden matematik felsefesine doğru bir

[324] Dirk J. Struik, *Kısa Matematik Tarihi*, s. 81.
[325] Imre Lakatos, *Bilimsel Araştırma Programlarının Metodolojisi,* s. 35.

inşaya girişir. Yani, matematiksel alanda Popper'in yanlışlamacı bilim felsefesi görüşünü genişleterek, yarı-deneysel matematik görüşünü geliştirir. İkinci olarak ana kavramsal çerçeve olarak, matematiksel keşfin mantığını kullanır ve kendi bilim felsefesi görüşünü geliştirir. Bu bilim felsefesi görüşünün kavramsal çerçevesi literatüre *araştırma programları* olarak geçer. Tüm bunlar göz önüne alındığında Lakatos, muhtemelen hem bilim felsefesi hem de matematik felsefesi arasında dengeyi gayet başarılı bir şekilde üreten ve böylelikle disiplinler arası araştırmalarla her iki alanda önemli bir program geliştiren ilk kişi olarak düşünülebilir.[326]

Matematik üzerine özgün düşünceler ortaya koyan Lakatos'un iddialarının merkezinde matematiği temellendirme amacı yoktur. Onun yaklaşımı esasen matematikte bir kesinlik ve mükemmellik arayan mutlakçılara karşı bir tavırdır.[327] Bu bağlamda hem mantıkçıların çalışmalarına karşı bir sıçrama noktası hem de kendi felsefesinde her zaman ön planda tuttuğu tarihselci yaklaşımı burada kullanmaya başlar. Onun konu özelinde ele aldığı örnek Euclides geometrisinin tarihsel gelişimi üzerine olmuştur. Euclides geometrisinin tarihi konusunda öncelikle yukarıda ifade etmeye çalıştığımız gelişim çizgisine paralel olarak üç aşamalı bir yol takip eden Lakatos, temellendirmelerine bu doğrultuda geliştirir. Aşamalardan ilki konunun(geometrinin) tarih öncesinde oluşan ön-bilimsel deneme ve yanılma döneminden oluşur; bunu güvenli çekirdeğin tümdengelimsel yapısını kuran, belirsiz sınırları düzelten, disiplini yeniden organize eden temel periyot takip eder. Bu iki aşamadan sonra, başlıca ilgilenilen varsayımların kanıtları veya çürütmelerinden oluşan, sistem içindeki problem çözümlerine ayrılır. Bu aşama hayati bir kırılmanın başladığı periyot olması hasebiyle çok önemlidir. Lakatos'a göre, teoremler için kesin bir yöntemin keşfi bu aşama ile durdurulmuş ve ilerleme son bulmuştur. Yani kısaca geometri katı bir dogmatizme ya da tutucu bir yapıya bürünmüştür.[328] Son aşama ile beraber katı bir hale bürünen Euclides geometrisinin 19. yüzyılda Euclides-dışı geometriler yaratılana kadar gözle görülür bir gelişim gösterememesi Lakatos'un iddialarını daha dikkate değer kılar. Dolayısıyla bu bağlam bize Euclides geometrisi

[326] Donald Gillies–Yuxin Zheng," *Dynamic Interactions With The Philosophy Of Mathematics*", Logique et Analyse, Nouvelle Serie, Vol. 40, No. 158, 1997, s. 442-443.
[327] Adnan Baki, *Matematik Tarihi ve Felsefesi*, Pegem Akademi Yayınları, Ankara, 2014, s. 249.
[328] Imre Lakatos, *Mathematics, Science and Epistemology*, s. 29.

ile Lakatos'un iddiaları arasındaki yakınlıktan ötürü onların arasındaki bağa daha fazla odaklanmamız gerektiğini ima eder.

Genel olarak matematik tarihinin ciddi bir araştırması, konunun nasıl ilerlediği hakkında bazı fikirleri içermelidir. Lakatos'un soruları kişiye, dikkatle incelendiğinde tarih yazımını, muhtemelen uyumsuz bir kaynak koleksiyonundan damıtılmış, metodolojik ilkelerin açık formülasyonuna doğru yönlendiren birtakım somut fikirlerin ötesine taşımayı vaat eder.[329] Bu açıdan Lakatos'un, Euclides geometrisinin gelişim çizgisi noktasındaki tarihsel okumasının, tutarlı bir yorum ortaya koyduğunu iddia edebiliriz. Bu tarihsel yorum belirtildikten sonra, bir bilimin yönteminin sorunsallaştırılması gereklidir ki; Lakatos da bu yolu benimser.

Ona göre, bir bilimin yöntemi, onun Euclidyen ya da yarı deneysel tarzı amaçlayıp amaçlamadığına bağlıdır. İlk amacı benimseyen bir bilimdeki temel kural açık, aşikâr aksiyomlar aramaktır. Bu yönüyle hedef önermeleri ispatlamaktır. İkinci amacı benimseyen bir bilim dalının ana kuralı ise yüksek açıklayıcı ve höristik gücü ile cesur ve yaratıcı hipotezler aramaktır. Buradaki temel hedef ise görüngelerin doğasını ifade eden önermeleri *açıklamaktır.*[330] Geometri gibi bilimler ilk tarzı benimseyerek bilimselleştiğinden, hedef olarak temel aksiyomlarının doğruluğunu ve kesinliğini göstermek yönünde araçlar geliştirmiştir. Bu katı tarz geometrinin bir yerde muhafazakâr ya da tutucu yapısının sebebini de açıklıyor gibidir. Burada bu tarzı benimseyen bilimlerdeki temel krizler doğrulanamayan aksiyom veya ispatlanamayan teoremlerden kaynaklanır ki; Euclides geometrisinin beşinci aksiyomu üzerine yüzyıllardır süren tartışma göz önüne getirildiğinde söylediklerimize paralel bir anlatı ortaya çıkar. Ancak Euclides-dışı geometrilerin çıkışı burada önemli kırılmaları meydana getirir.

Euclides-dışı geometrilerin yaratılması ile birlikte, Euclides geometrinin güvenilirliği ciddi sorun olarak belirmeye başlanmıştır. Özellikle Labochevski'nin Euclides'in beşinci aksiyomunun ispatlanamayacağına yönelik gösterimi sistemin sorgulanma aşamasının daha da artmasına sebep olmuştur. Bu iklimin değerlendirmesini kendi penceresinden yorumlayan Lakatos'a göre, geçtiğimiz yüzyılın başlarına kadar kesinlik ve doğruluk paradigması, Ortodoks

[329] Philip Kitcher and William Aspray, "*An Opinionated Introduction*" s. 18.
[330] Imre Lakatos, *Mathematics, Science and Epistemology*, s. 29.

Euclidesyencilerin son gerçek kalesidir. Ama bu Euclides geometrisinin organizasyonunda bazı kusurlar olduğu gerçeği de değiştirmez. Lakatos açısından bu kusurlar, onların farkında olan matematikçiler arasında ciddi huzursuzluklara sebep olmuştur.[331] Böylelikle tüm büyük okulların ana sorunu, matematiksel kesinliğini sağlama almak için onun temelini mantıksal açıdan kurmak olmuştur. Buna rağmen temel çalışmalar beklenmedik şekilde matematiğin Euclidesçi yeniden düzenlenmesinin bir bütün olarak imkânsız olduğuna ve en azından bilimsel teoriler gibi en zengin matematiksel teorilerin de yarı-deneysel olduğu sonucuna yol açmıştır. Böylece Euclidesyenalizm, en güçlü olduğu yerden ağır bir darbe almıştır.[332] Lakatos açısından bu başarısızlık basit bir şanssızlık veya yetersizlikten kaynaklanmamıştır. Onun incelediği taraftan başarısızlığın sebebi; mantıksal bir temele oturtularak biçimselleştirilmeye çalışılan matematiğin gerçekte matematiğin nihai şekli olmamasından kaynaklanmıştır.[333]

Lakatos, Euclides geometrisinin temellerine yönelik çalışmaların başarısızlığı sonucunda, onun içinde gizil durumda bulunan bir yapının belirginleştiğini vurgular. Sonrasındaki aşamada ise bu yapı üzerinde geometrinin nasıl ilerlediğini gösterecek çalışmayı ortaya koymaktır. Lakatos'un ufuk açıcı eseri *Kanıtlar ve Çürütmeler* geometrinin yarı-deneyci bir yöntem ile nasıl işlevsel hale geldiğini gösteren bir saik ile kaleme alınmıştır. Eserin önsözünde Lakatos eseri niçin kaleme aldığını belirtirken kesin ifadelerle yaklaşımını ortaya koyar. İfade tam olarak "bu incelemenin mütevazı amacı, yarı-deneysel informel matematiğin, şüphe duyulamaz teoremlerin sayısındaki düzenli artışla değil, spekülatif tahminler ve eleştirilerin durmadan ilerlemesiyle geliştiğini kanıtlar ve çürütmeler mantığıyla detaylandırır"[334] şeklindedir. Bu izlencenin takip edilebilmesi için de yarı-deneysel bir teorinin yapısı üzerine daha fazla eğilmek gerekir.

Yarı-deneysel bir bilimdeki teorinin doğası, onun potansiyel yanlışlayıcılarının da aşılanmış olduğu doğru değerleri tarafından belirlenir.[335] Bununla paralel olarak Lakatos, alan içindeki yeni gelişmelerden sonra hiç kimsenin matematiğin potansiyel

[331] Lakatos, *a.g.e.*, s. 30.
[332] *A.g.e.*, s. 30.
[333] Adnan Baki, *Matematik Tarihi ve Felsefesi*, s. 249.
[334] Imre Lakatos, *Kanıtlar ve Çürütmeler, Matematiksel Keşfin Mantığı*, Çev. Can Başkent, Nesin Yayıncılık, İstanbul 2017, s. 13.
[335] Imre Lakatos, *Mathematics, Science and Epistemology*, s. 35.

yanlışlayıcılarının tekil uzamsal-zamansal ifadeler olması bakımından deneysel olduğunu iddia edemeyeceğini dile getirir. Dolayısıyla burada matematiğin doğası veya matematiksel teorilerin potansiyel yanlışlayıcılarının doğası nedir soruları gündeme gelir.[336] Bu aşama ile beraber Lakatos, matematik ile diğer bilimler arasında potansiyel yanlışlayıcılar üzerinden bir analoji kurmaya çalışır. Bilimin potansiyel yanlışlayıcılarının inkâr edilemez gerçekleri ifade ettiğini iddia eden Lakatos, buna benzer potansiyel yanlışlayıcıların matematikte var olup olmadığını sorgular.[337] Formel bir aksiyomatik teorinin, dolaylı olarak konusunu tanımladığı görüşünü kabul edersek, o zaman mantıksal olanların dışında hiçbir matematiksel yanlışlayıcı yoktur. Ama Formel bir teorinin, bazı informel teorilerin formülasyonu olması gerektiğinde ısrar edersek, teorilerinden biri informel teorinin ilgili teoremi tarafından olumsuzlanırsa, formel teorinin "reddedildiği" söylenebilir.[338] Bu olumsuzlama işlemi de doğrudan matematikçinin kişisel çalışması sonucu ortaya konabilecek bir metodolojiyi imler. Tüm bunlar genel bir çerçevede düşünüldüğünde Lakatos'un matematik düşüncesi tarih, yöntem ve yanlışlanabilir bir bilgi kuramı olarak düşünülmelidir.[339]

Geliştirilen bu izlence insan ürünü bir inşa olarak matematiğin kendi tarihinden yalıtılamayacağını gösterir. Matematik tarihsel süreci ile beraber ele alındığında; evrimleşen, gelişen ve kendi yapısı ile matematikçiler arasında iletişime açık hale gelen bir disiplin boyutu kazanır. Bu görüş açısından kültürel ve sosyal bir fenomen haline gelen matematik doğası itibariyle yanılabilir ve onun ürünleri de mükemmel olmayabilir. Böylelikle yeni keşifler ve yorumlarla birlikte onun gelişimi teminat altına alınabilir.[340] Matematikte keşif sürecinin ise birkaç aşaması vardır ve bu aşamalarla beraber disiplin tarihsel gelişimini sürdürebilir. Matematiksel keşfin ise Lakatos açısından basit bir mantığı vardır. Bu mantığı birkaç maddede şöyle özetleyebiliriz:

1. İlkel sanı.
2. Kanıt (kabaca bir düşünce deneyi ya da tezi, ilkel sanıyı alt-sanılardan ya da ön savlara ayrıştırır.)

[336] Lakatos, *a.g.e.*, s. 35.
[337] *A.g.e.*, s. 36.
[338] *A.g.e*, s. 36.
[339] Adnan Baki, *Matematik Tarihi ve Felsefesi*, s. 249.
[340] Baki, *a.g.e.*, s. 249.

3. "Evrensel" karşı örnekler (ilkel sanıya yönelik karşı örnekler) belirir.

4. Kanıt üzerinde yeniden çalışılır: Karşı örneğin "yerel" bir karş ıörneğe dönüştüğü "suçlu ön sav" belirlenir. Bu suçlu ön sav önceleri "saklı" kalmış, ya da yanlış tanınmış olabilir. Şimdi açık edilmiştir ve ilkel sanıya koşul olarak eklemlenmiştir. Teorem –geliştirilmiş sanı-, en üstün özelliği olan, kanıtın geliştirildiği bu kavramla, ilkel sanının yerine geçer.

5. Diğer teoremlerin kanıtları, içlerinde yeni bulunan bir ön sav ya da kanıtın geliştirildiği yeni bir kavramın olup olmadığını görmek için incelenir. Bu kavram farklı kanıtların buluştuğu kavşaklarda bulunabilir ve böylelikle temel bir önem arz eder.

6. Özgün ve yeni çürütülmüş sanının şimdiye dek kabul edilen sonuçları kontrol edilir.

7. Karşı örneklerler yeni örneklere dönüştürülür –yeni araştırma alanları açılır.[341]

Yarı-deneysel matematik görüşünün ana hatlarını bu doğrultuda çizen Lakatos, sonraki aşamada güçlü bir kuram olarak gördüğü ve incelemeye koyulduğu Euclides geometrisi ile daha yakından ilgilenir. Burada asıl ilgilenilmesi gereken bu izlencenin tam anlamıyla bir örnek olarak Euclides geometrisini gelişimini kuşatıp kuşatamadığıdır.

3.7. Yarı-deneysel Yöntemin Eleştirisi ve Alternatif Yaklaşımlar

Lakatos, kesinlik ve doğruluk gibi Euclides geometrisinin en önemli dayanaklarının yıkılmasıyla beraber, aslında onun yarı-deneysel boyutunun ortaya çıktığını savunur. Onun böylesi bir sonuca varması tüm bilimleri Euclidyen ya da yarı-deneysel şekilde ikiye ayırmasından kaynaklanır. Bu kabul üzerine Euclides geometrisinin işleyişinin yarı deneysel boyutunu tarihsel süreçteki gelişmelerden çıkartan Lakatos'un bazı noktalarda sorgulanması gereken bir çizgisi vardır. Öncelikle Euclides geometrisinin kesinlik ve doğruluk gibi son dayanaklarının yıkılması, onun, Lakatos'un yorumladığı gibi doğrudan yarı-deneysel bir bilim olmasını gerektirmez. Euclides geometrisinin aksiyomatik yapısı da bu betimlemeye olanak vermez. Aksiyomlarla elde edilen ilerleme, mantıksal formu, nesnel veya sezgisel içeriğinden düzgün bir şeklide ayırarak oluşur; aksiyomlara göre mantıksal biçim yalnızca matematiğin konusunu oluşturur; mantıksal biçim inşa ediliş

[341] Imre Lakatos, *Kanıtlar ve Çürütmeler, Matematiksel Keşfin Mantığı*, s. 127-128.

aşamasında ne sezgisel ne de diğer içeriklerle ilgilenmez.[342] Dolayısıyla disiplin özü itibariyle mantıksal form dışında deneysel veya sezgisel içeriğe kuruluş yönünden açık değildir.

Dahası kesinlik ve doğruluk gibi nitelikleri taşımasa da Euclides geometrisinin yüzyıllarca ayakta kalmış olduğunu düşünecek olursak, onun yarı-deneysel bir bilim olduğunu söylemek yine de zor görünür. Eğer Lakatos'un anladığı gibi geometri deneysel bir bilim olsaydı, Euclides'in sisteminin yüzyıllarca ayakta kalması pek mümkün olmaz ve mutlaka yerine alternatif bir kuram üretilirdi. Deneysel bilimlerin tarihinde bu denli şüphe duyulmadan etkili olup, uzun müddet ayakta kalabilmiş hiçbir kuram yoktur. Dolayısıyla disiplin özü itibariyle mantıksal form dışında deneysel veya sezgisel içeriğe kuruluş yönünden açık değildir. Buna ek olarak Lakatos'un yarı-deneysel yaklaşımını kabul etsek bile keşif bağlamının tarihlendirilmesi meselesinde de sorun yaşarız. Matematik tarihi matematikteki bazı keşiflerin –Lakatosçu anlamda var olduğunu kabul edersek- tespiti açısından net bir çerçeve sunmaz. Fermat ile Descartes'ın analitik geometriyi, Newton ile Leibniz'in diferansiyel hesabı, Boyle ve Mariotte'un gazlara ilişkin fiziksel birtakım yasaları, Joule, Meyer ve Sadi Carnot'un termodinamiğin ilkelerini birbirlerinden bağımsız şekilde ama aşağı yukarı aynı anda keşfetmiş olmaları[343] matematikteki keşiflerin tarihsel olarak tespit edilmelerinin açıkça güçlüğünü ifade eder. Bu durum da kuşkusuz keşif bağlamı açısından matematik tarihine dayanan bir bilim okumasının en azından Lakatosçu bağlamda zorluğuna işaret eder.

Lakatos'un ifade ettiği durum onun, başka bir bakış açısından farklı tarzda bir bilim olduğunu -örneğin Kuhcu paradigmalar- gösterebilir. Hatta böylesi bir durum, Euclides geometrisinin bilimselliğini bile sorgulamaya götürebilir. Ama Lakatos'un ikiye ayırarak kavramsallaştırdığı bilim şeması tüm bu olasılıkları dışlar. Dışlanan bu olasılığı gündeme getirerek matematik üzerine bir hayli kışkırtıcı söylem geliştirenlerden biri Paul Ernest'tir. Lakatos'a benzer soruşturmalar yaptıktan sonra Ernest, ilginç sonuçlara varır. Ona göre, geleneksel olarak matematiksel bilginin kabulünün mantıksal doğru ispatlara sahip olmasına bağlı olduğu düşünülmesine

[342] Albert Einstein, "*Geometry and Experience*", *Beyond Geometry Classic Papers from Riemann to Einstein*, Edited with an Introduction and Notes By Peter Pesic, Dover Publications, Mineóla, New York, 2007, s. 147.
[343] Georges Ifrah, *Rakamların Evremsel Tarihi: Bir Gölgenin Peşinde*, Cilt I, çev. Kurtuluş Dinçer, Tübitak Yayınları, Ankara, 1998, s. 15.

rağmen, ispatların matematiksel mantığın açık kurallarını takip etmediğine yönelik artan bir takdir vardır.[344]

Bu noktayla beraber Lakatos'un doğruluk ve kesinlik üzerine mantıksal soruşturmalarına benzer yaklaşım sergileyen Ernest, sonrasında oldukça farklı sonuçlara varır. Ernest, mantık ve ispatın tarih boyunca insanoğluna uygun en güçlü rasyonel ikna araçlarından olduğunu ve matematikteki son gelişmelerden sonra retoriğin de ikna üzerine olduğunu düşündüğünü belirtir ve son tahlilde diğer bilimlerde olduğu gibi matematiksel retoriğin de epistemolojik iddialarını sürdürmesi bakımından alan içinde önemli bir yeri olduğunu iddia eder.[345] Hatta sonrasında retorik formun tüm matematiksel bilginin kabulü ve ifadesinde çok güçlü bir rol oynadığını söyler.[346] Ernest'in yaklaşımından hareketle retoriğin sadece modern matematiksel bilginin kabulü ve ifadesinde önemli olmadığı, modern öncesi matematiğin içerisinde de retoriğin önemli bir yerinin olduğu iddia edilebilir. Bu iddia uyarınca retoriğin matematiğin hem "sunumunda" hem de bu sunumda işlerlik kazanan "mantıkta" hayati bir yeri olduğu öne sürülebilir.[347] Hatta modern öncesi matematiğin retoriksel karakterini eski gelenek açısından değerlendirdiğimizde, onun yeni materyali düzenlemekte bilinçli bir tercih olduğunu fark eder, matematiğin içerisnde güçlü bir retoriğin olduğu fikri ortaya çıkar. Böylelikle bu fikir, modern matematiğin yaratımında retoriğin önemli bir rol oynamış olabileceği savını güçlendirir.[348] Böylece matematiğin dışında, edebiyatın veyahut sanatın bir parçası olarak görülen retorikten değil, matematiğin içerisinde olan, onun gelişimine katkı yapan bir retorikten bahsedebiliriz.

Lakatos'un kesinlik ve doğruluk gibi temel kavramlarda Euclides geometrisinin darbe alması ile beraber, onun yarı-deneysel bir tip taşıdığını iddia ettiği yerde, Ernest matematiksel mantıktan neşet eden kesinlik ve doğruluk kavramlarının sorunlu yapısından sonra, matematiği doğrudan retoriğe indirger. Bu

---

[344] Paul Ernest, "*Forms of Knowledge in Mathematics and Mathematics Education: Philosophical and Rhetorical Perspectives*", Educational Studies in Mathematics, Vol. 38, No. 1/3 Form of Mathematical Knowledge: Learning and Teaching with Understanding (1999) s. 73.
[345] Paul Ernest, *"Forms of Knowledge İn Mathematics and Mathematics Education: Philosophical and Rhetorical Perspectives*", s. 75.
[346] Ernest, *a.g.m*, s. 75.
[347] Giovanna Cifolatti, "*Mathematics and Rhetoric. Introduction"*, Early Science and Medicine, Vol. 11-4, 2006, s. 370.
[348] Giovanna Cifolatti, "*Mathematics and Rhetoric. Introduction*", s. 370.

durum Ernest'in bir hayli tartışmalı olan düşüncelerinin doğrudan kabul etmekten ziyade, Lakatos'un geometriyi yarı-deneysel bir bilim olduğu iddialarına karşı alternatif yaklaşımlar geliştirilebileceğine işaret eder.

Lakatos'un tüm bilimleri ikiye bölüp kavramsallaştırdığı yerde, bir tipe uymayan bilimin diğer tipe benzemesi kaçınılmazdır. Ama her zaman bir üçüncü yol ele alınabilir ve Ernest'in yolu sırf bu bağlamdan ötürü çok değerlidir. Çünkü o, matematiksel söylemin, disiplinin kaçınılmaz bir sonucu olarak artık saf mantıksal bir biçimde görülememesinin, matematiksel retoriğin açık bir şeklide konuşulmasına ve sınıflar ve konferans salonlarında düşünülmesinin önünde bir engel bırakmadığına inanır.[349] Lakatos'un kabul edilmiş bir tipin dışına çıkan bir bilimi, diğer tipe indirgemesi, o bilimin kendisi üzerine gerçekleştirebileceğimiz bilimsellik tartışmalarını gündemden kesinkes kaldırırken, Ernest yaklaşımı sorun çıkan bir bilimsel disiplinin bilimselliğini sorgulatan bir alternatif olarak belirir.

Lakatos'un geometrinin gelişimi konusunda bazı tespitlerinin sorunlu olduğundan bahsettikten sonra, onu yarı-deneysel bir bilim olarak nitelemesi de incelenmeye değer bir iddiadır. Bu konuda da bazı sorunlar olduğu hemen görülebilir. Bu durum geometriyi doğrudan deneysel bir bilim olarak nitelemeden kaynaklanır. Eğer Euclides geometrisinin yarı-deneysel bir bilim olduğunu kabul edersek, onun birtakım keşiflere açık olduğunu söylemiş oluruz ki; Euclides-dışı geometrilerin ortaya çıkışı düşünüldüğünde, bu geometrilerin Lakatos'un anladığı anlamda keşifler olup olmadığı tartışmalıdır. Matematikteki keşif kavramı üzerine soruşturmalar yapan Hadamard bu konuda bize yardımcı olabilir. Hadamard "*Matematiksel Alanda İcadın Psikolojisi*" isimli eserinde özgün düşünceleri ile öne çıkar. O, öncelikle keşif ile icat arasındaki farka değinerek kendi teorik inşalarına girişir. Ona göre keşif, hali hazırda var olan fakat henüz algılanmamış bir varlık, kanun ya da görünge ile ilgilidir. Amerika'nın Columbus'tan önce de var olmasına rağmen, onun Columbus tarafından keşfedilmesi bu durumun tipik örneğidir. Ama aksine paratoner, Franklin tarafından icat edilmiştir.[350] Keşif ile icat arasında net bir ayrıma giderek işe koyulan Hadamard, bu ayrımın özellikle yaratma sürecinde ortadan kalkmaya başladığını iddia eder. Bu durumun sebebi olarak ise, yaratma

[349] Ernest, *a.g.m.*, s. 79.
[350] Jacques Hadamard, *The Pscychology of Invention in the Mathematicl Field*, Dover Publications, New York, 1954, s. xı.

sürecinde yapılan keşifler ya da icatların esnasında içinde bulunulan durumun psikolojik açıdan aynı olması etkendir.[351]

Matematik açısından konuyu ünlü bilim tarihçisi ve matematikçi Poincare'ın çalışmaları üzerinden ele alan Hadamard, son tahlilde dikkate değer sonuçlara varır. Poincare'in "Fuchsian Fonksiyonları" üzerine yaptığı çalışmalardan sonra ulaştığı birtakım dönüşümlerin, tesadüfi bir şekilde Euclides-dışı geometrilerle aynı kimliğe sahip olduğunu fark etmesi ve bu farkındalığın sonucunda matematiksel icattaki bilinçsiz çalışmanın rolünün önemini kavradığını iddia etmesi, Hadamard'ın kendi kurgusu için kıymetli bir saç ayağı oluşturmuştur.[352] Hadamard her ne kadar Poincare'ı gerek kendi çalışmalarında gerekse de bir bütün olarak matematikte "şans" faktörünün nasıl bir rol oynadığını tam açıklayamadığı için eleştirse de, o "şans"ın icat etme sürecinde çok önemli bir faktör olduğunu ama bu süreçte tek faktör olmadığını belirtir.[353] Hadamard, şans faktörü, bilinçsiz çalışma, bazı tesadüflerin ve daha birçok psikolojik faktörü devreye sokarak matematiksel bir gelişim modeli ortaya koyar. Bunun sonucunda ise aslında matematikteki icatların bilim, teknoloji, edebiyat ve sanatta gerçekleşen keşif ya da icatlardan psikolojik açıdan farklı olmadığını sonucuna varır.[354]

Keşif ile icat arasında matematiksel yaratıcılık açısından farkı örten Hadamard, her türlü psikolojik faktörü de devreye sokarak, Lakatos'un yarı-deneysel bir geometri bilim modeli tipi ile doğrudan bir karşıtlık yaratır. Öncelikle keşif yerine icat kelimesinin kullanılması tesadüfi değildir. Bu, matematiğin doğada verili bir şekilde var olduğunu ima eden ve kökeninde Platoncu bir eğilim olan felsefi yaklaşıma karşı, matematiğin, insanın her türlü halinin de hesaba katılması sonucunda inşa ettiği teorik ya da kurgusal bir yapı algısını alt metinde verir. Lakatos'un modeli cesur, güçlü ama son tahlilde birtakım önermelerin keşiflerle açıklanmasına göndermede bulunurken, psikolojik süreçleri dışlar ve matematiğin doğada test edilebileceğini ve dolayısıyla doğanın matematiksel okumasına olanak veren felsefi bir eğilime sahiptir. Euclides-dışı geometrilerin yaratılması sürecinde - özellikle Saccheri-gerçekleşen bazı tarihi vakalar, sürecin kendisinde Lakatos'un

[351] Bekir S. Gür, *"Matematik Belası" Üzerine: Matematik Felsefesinde Köşe Taşları*, s. 140.
[352] Jacques Hadamard, *The Pscychology of Invention in the Mathematicl Field*, s. 13-14.
[353] Jacques Hadamard, *a.g.e.*, s. 19-20.
[354] Bekir S. Gür, *"Matematik Belası" Üzerine: Matematik Felsefesinde Köşe Taşları*, s. 140.

yarı-deneysel yönteminin dışına çıkan hadiseler olduğunu göstermektedir. En basitinden Euclides-dışı geometrilerin ortaya çıkışında matematikçiler hipotezler kurup, bunları yanlışlamak ya da doğrulamaktan ziyade, yine Euclides geometrisinin yapısına uygun teorik inşalara girişmişlerdir. Beşinci postulatın ispatlanamayacağını gösterdikten sonra, kendi postulatlarını tanımlamış ve sonrasında kendi sonuçlarına, tıpkı Euclides gibi varmışlardır. Onlar teorik yapılarını yine Euclides geometrisinin yapısına uygun geliştirmişler ve bunu yaparken sonuçlarını doğada aramamışlardır. Bu geometrilerin doğaya uygun olup olmadığı sonraki aşamada kuramsal fizikçilerin çalışmaları ile ortaya çıkmıştır.

Bu bağlamda kendi çizdiği bilimsel yöntemle geometrinin gelişmedeki psikolojik faktörleri dışlayan ve keyfi belli başlı ön kabullerle hareket eden Lakatos, kuşatıcı olmaktan uzak, kısıtlayıcı bir model ortaya koymuştur. Onun Euclides geometrisinin kesinlik ve doğruluk gibi kalelerinin olduğunu iddia etmesi Platonculukla ortaya çıkan ve kartezyen felsefede doruğa çıkan bir yaklaşımın sonucudur. Belli başlı yetersizlikler ve kuvvetli bir hakikat arayışı, tarih boyunca filozoflara matematik özelinde doğruluk ve kesinlik gibi kavramlarını bünyesinde taşıyan bir sistem gözüyle bakmalarını beraberinde getirmiştir. Geometrinin son iki yüz yılı matematiğin en güçlü kalesinin kesinlik ve doğruluk değil, tutarlık olduğunu ortaya koymuştur. Dolayısıyla tarih boyunca etki altında kaldığı felsefi geleneğin etkisi Lakatos'a kesinlik ve doğruluk kavramlarına fazlasıyla yaslanmasını sağlamıştır.

3.8. Geometrinin Doğası Üzerine Alternatif Bir İnceleme

Lakatos'un belli ön kabullere dayanan ve sorunlu olduğu görülen yaklaşımın yerine daha net bir alternatif gelişim modelinin araştırılması gereklidir. Bu konuda Albert Einstein'ın özgün çözümlemesi bize bir çıkış noktası verebilir. Einstein, geometriyi pratik ve aksiyomatik geometri olarak adlandırabileceğimiz şekilde ikiye bölmektedir. Ona göre, pratik geometri fizik, astronomi ve jeodezi gibi doğa bilimlerinin özellikle uzunluk ölçüm hesaplamalarında bir araç olarak kullanılırken, aksiyomatik geometri ise belli aksiyomlar ve onlardan türetilen önermeler vasıtasıyla

deneyimden bağımsız bir şekilde kurulur.[355] Aksiyomlar ve önermeler arasındaki ilişki doğrudan mantıksal çıkarımlarla oluşturuluyorken, Einstein sistemin temelini kuran bu aksiyomları, insanın özgür zihinsel yaratımları olarak görür. Pratik ve aksiyomatik geometri arasındaki farkı meşhur "doğru çizgi" kavramı üzerinde gözlemleyebiliriz.

Eğer birisi ışığın doğru bir çizgi boyunca yayıldığından deneysel (ampirik) bir kanun olarak yararlanırsa, aslında pratik geometri anlamında doğru bir çizgi kullanmış olur.[356] Bu bağlamda iki nokta arasındaki en kısa mesafeyi tanımlayan "doğru çizgi" aksiyomatik geometrinin bir kavramı olur ve bu yönüyle de Euclides geometrisinin içinde birtakım önermelerde ve ispatlarda kullanılabilir. Buradan hareketle aksiyomatik geometrinin deneyimlenebilen gerçekliğe ilişkin hiçbir iddia içermediği, fakat fiziksel kanunlarla birlikte, onların kavramsal çerçevelerini oluşturarak, pratik bir kimlik kazanması, onun deneysel bir aşamaya yükselmesini sağlar. Dolayısıyla Euclides geometrisini sürdürmek, olası ve akla uygundur.[357] Yani, Euclides geometrisi, yeni birtakım pratik gerçekliğe uygulanabilecek şekilde "saçılmaya" hala devam edebilir. Peki, geometri aksiyomatik bir halden nasıl deneysel bir seviyeye yükselmektedir? Einstein'a benzer bir kavramsallaştırmaya gitmemesine rağmen, bu durumun tam olarak nasıl gerçekleşebildiğine görmek için, Wittgenstein'a başvurabiliriz. Burada tam olarak Wittgenstein mantık üzerine söyledikleri ile Einstein'ın aksiyomatik geometri olarak kavramsallaştırdığı yapı arasından bir koşutluk kurulabilir.

> *Mantıksal tümceler dünyanın yapı-iskelesini betimlerler, ya da, daha doğrusu, onu ortaya koyarlar. Onlar hiçbir şeyi 'ele al'mazlar. Adların imlem ve temel tümcelerinin anlam sahibi olduklarını varsayarlar: Bu da, onların dünya ile bağlantısıdır. Açık ki, belirli bir niteliğe özsel olarak sahip simgelerin belirli bağlantılarının yinelemeler olması, dünya üzerine bir şey göstermelidir.*[358]

Bu yönüyle mantık Wittgenstein açısından bir öğreti değil, dünyayı yansıtan bir ayna tasarımı gibidir. Matematik de mantıksal bir yöntem olduğu için, onunla

---

[355] Albert Einstein, "*Geometry and Experience*", *Beyond Geometry Classic Papers from Riemann to Einstein*, s. 147-148.
[356] Albert Einstein "*Geometry and Experience*", s. 148.
[357] Einstein, *a.g.e*., s. 149.
[358] Ludwig Wittgenstein, *Tractatus Logico-Philosophıcus*, Çev. Oruç Aruoba, Metis Yayınları, İstanbul, 2016, s. 149.

yakın özelliklere sahiptir. Örneğin dünyanın, mantıksal yinelemelerle gösterdiği işleyişini matematik, eşitliklerle gösterir ve dolayısıyla matematiğin cümleleri eşitlikler olup, onların sözde cümleler olduğu öne sürülür.[359] Yani mantıkta geçen tüm cümle veya önermenin birer totoloji ve dolayısıyla zorunlu olarak doğru olduğunu göstermeye çalışan Wittgenstein'a göre, onların doğruluğunun sebebinin ise kurduğumuz dilsel sistemlerin sonucundan kaynaklandığını iddia eder. Matematiğin doğrudan mantıksal bir yöntem olması, onun da mantığın özelliklerini taşıması anlamına gelir.[360]

Wittgenstein'ın matematik ile mantık arasındaki kurduğu ilişkide iki farklı sorun karşımıza çıkar. İlk sorun, matematiğin salt mantığın özelliklerini yansıtmamasından kaynaklanır. Wittgenstein'ın matematiğin pratik yanı ile aksiyomatik yapısı arasındaki ayrımı görmezden gelmesi veya buna inanmaması bu sorunun kaynağıdır. Bir bilim olarak matematik kuruluş veçhelerinin ileriki aşamalarında mantıksal birtakım ölçütlerden –tutarlılık ve kabul edilebilirlik- yararlanmasına rağmen, ilk ilkeler veya aksiyomlarının ele alınması noktasında mantıktan yararlanmaz. Matematikçinin hayal gücü ve yaratıcılığı gibi unsurlar sistemin kuruluş aşamasında her zaman elzemdir. Dolayısıyla matematiksel yaratıcılık, hayal gücü ve hatta rastlantısallık her zaman matematiğin kuruluş aşamasında hayatidir. Mantık bu yönüyle matematiğin içinde ikincil bir konumda bulunurken, matematik, mantığı her zaman aşar. Mantık, belli bir olgunluğa ulaşmış bir matematiksel yapıya aksiyomatik açıdan bir düzen kazandırarak, onu işlevsel kılar. Bu, Einstein'ın aksiyomatik geometri adını verdiği tanıma uygun düşer.

Wittgenstein'daki bir ikinci sorun matematiğin salt eşitlikleri betimleyen bir yapıya sahip olduğu vurgusudur ki, bu da matematiğin doğası itibariyle kuşatıcılıktan uzaktır. Matematik, bilim tarihindeki uygulamalardan da görüleceği gibi güçlü bir hesaplama aracı ve bazen de bir teorik sistemin kavramsal yapısını –Einstein'ın Riemann geometrisini kullanması- yansıtma gibi özelliklere sahiptir. Dolayısıyla Matematik, yalnızca temel ögeleri yoluyla değil, anlaşılması en güç kısımlarıyla bile birçok pratik amaç için kullanılabilir.[361] Bu matematiğin güçlü bir pratik yönü

[359] Ludwig Wittgenstein, *a.g.e.*, s. 153.
[360] Ahmet Cevizci, *Felsefe Tarihi*, s. 1063.
[361] Alfred Renyi, *Matematik Üzerine Diyaloglar*, çev. İskender Taşdelen, Dost Yayınları, Ankara, 1999, s. 35.

olduğuna göndermede bulunurken aksiyomatik bölümünden farklılıklar arz eder. Onun pratik yönü yoruma, fiziksel gerçeklikle örtüşmeye açıktır, ama yorumlanmamış ve mantıksal açıdan ele alınan aksiyomatik yapı fiziksel bağlantılardan ve dolayısıyla olgulardan azadedir. Geometrinin pratik yönü, Wittgenstein'ın dünyanın yapı-iskelesini yansıttığını iddia ettiği mantıktan daha fazla bahsedilen özelliği yansıtır. Burada Wittgenstein'ın yorumundan hareketle mantık ile geometrinin pratik kısmının tersine çevrilmesi gerektiği yorumu çıkar.

Bu tersine çevrilme işlemi gerçekleştikten sonra Einstein'ın aksiyomatik geometrisinin nasıl pratik geometriye ve dolasıyla deneysel bir seviyeye ulaştığı anlaşılabilir. Wittgenstein'ın kelimeleri ile ifade edersek, Einstein'ın pratik geometri olarak kavramsallaştırdığı yapının önermeleri veya cümleleri dünyanın yapı-iskelesini oluşturur. Pratik geometrinin burada aksiyomatik geometrinin "bir" yorumu olarak geliştirildiği öne sürülebilir. Yorum doğası itibariyle yeni yorumlara teşne olduğu için pratik geometri, mutlak, tekil ve evrensel değildir. O halde pratik geometrinin aksiyomları, ne sentetik a priori yargılardan ne de salt deneysel olaylardan ibaret değildir. Poincare'da da görebileceğimiz şekilde onun aksiyomları belli başlı itibarlardır. Bu itibarlar arasındaki en mümkün seçimi belirleyen ise deneysel olayların yaptığı rehberliktir.[362] Pratik geometrinin yapısını betimledikten sonra, aksiyomatik bir geometrinin aksiyomları nasıl belirlendiği sorusu sorulabilir. Bu konuda ünlü matematikçi Gödel bize yardımcı olabilir. Gödel, aksiyomların doğruluğu üzerine olası bir kararın, ele alınan aksiyomların tümevarımsal olarak başarılı olmasına ve bu başarının da özellikle doğrulanabilir sonuçlarda verimliliği ile belirlenebileceğini iddia eder.[363]

Özellikle Euclides geometrisinin tarihine yönelik okumadan hareketle aksiyomatik ve pratik geometrilerin durumunu betimlemeye çalışabiliriz. Öncelikle saf, aksiyomatik herhangi bir teoriden, bir ya da birkaç aksiyom değiştirmek suretiyle, onunla komşu ya da akraba diyebileceğimiz yeni teoriler üretme imkânına her zaman sahibizdir. Hatta Euclides-dışı geometrilerin yaratılması da böyle olmuştur.[364] Burada akraba teorilerin her biri ayrı ayrı biçimsel kalıplara

[362] Henri Poincare, *Bilim ve Hipotez,* s. 72.
[363] Kurt Gödel, "*Cantor'un Süreklilik Problemi Nedir?*" Matematik Felsefesi, düzenleyen: Bekir S. Gür, Kadim Yayınları, Ankara, 2011, s. 196.
[364] Cemal Yıldırım, *Matematiksel Düşünme*, s. 115.

dökülebileceğinden ve bu kalıpların tamamı içerik olarak farklı konularda yoruma açık olduğundan tek bir aksiyomatik yapıdan sayısız yeni aksiyomatik kalıp ve model üretmek olasılığı her zaman vardır.[365] Bu konuyu daha net aydınlatmak için bazı örnekler vermek yararlı olabilir.

Konuyu ele aldığımız noktadan Euclides'in saf, aksiyomatik geometrisini bir teori olarak ele alırsak, Newton ve Kant'ta karşılığını gördüğümüz uzayın yapısının Euclides'in geometrisini yansıttığı iddiası, bu geometri üzerine yapılan bir "yorum"u ve kullanışı açısından pratik bir yönü içerir. Newton'un birtakım fiziksel görüngelerle *Principia*'da desteklediği evren telakkisi ise Euclides geometrisinin fiziksel kurama yönelik oluşturduğu bir kavramsal çerçeve ya da model olarak karşımıza çıkar. Bu model evrenin bir "resmi"ni sunan karaktere sahiptir. Aynı durumun bir benzeri Euclides geometrisi ile akraba bir teori olarak görebileceğimiz Riemann geometrisi için geçerlidir. Riemann'ın saf, aksiyomatik geometrisi bir teori olarak kabul edersek, onun uzayın yapısını yansıttığı iddiası bir "yorum" olarak pratik amaçlara indirgenebilir. Einstein'ın Genel Görelilik Kuramı'nda gözlemlerini temellendirirken bu geometriyi model olarak kullanması, hem Riemann geometrisi ile Euclides geometrisi arasındaki ilişkiyi göstermesi bakımından hem de aksiyomatik teorilerin nasıl pratik bir teorilere evrimleştiğini göstermektedir.[366]

Bu bakış açısından geometrinin önermelerini *sentetik a priori* olarak gören Kant'ın iddiaları da doğruluk bağlamında "tehlikeye" düşer. Eğer gerçekten de Euclides geometrinin önermeleri sentetik a priori olmuş olsaydı, onun önermeleri bize kendilerini çok güçlü bir şekilde hissettirecek ve dolayısıyla ne karşıt önermeleri ne de bunlar üzerine yeni teorik inşalara girişebilecektik. Böylelikle Euclides-dışı geometrilerin yaratılması da mümkün olmayacaktı.[367] Bunun yanında Euclides

[365] Yıldırım, *a.g.e.*, s. 115-116.

[366] Aksiyomatik bir kimliğe sahip olmasa da Hegelci diyalektiğin tarihsel gelişimi de ifade etmeye çalıştığımız kısma uygun düşen bir kimliğe sahiptir. Tez, antitez ve sentezden oluşan Hegelci diyalektik yasayı kaba bir mantıksal çıkarım teorisi olarak değil de tarihsel gelişmenin izini sürmek noktasında bir araç olarak gören Marx, bu konuda bizim için bir örnektir. Marx, diyalektiği bir düşünce yasası olmaktan ziyade, materyalist bir anlayışla yorumlayarak, onu hem tarihin gelişim aşamalarını takip edebildiği hem de muazzam bir tarihsel nedensellik yasası olarak dönüştürmeyi başarmıştır. Daha fazla detay için bknz: Ahmet Cevizci, *Felsefe Tarihi*, s. 860. Kısaca Marx kaba bir mantıksal teoriyi fizikçilerin bazı görüngülerle Euclides geometrisini yorumlamalarına benzer şekilde materyalist bir anlayışla okumuş ve nihayetinde tarihin bir gelişim modelini ortaya koymuştur. Bu örnek, ifade etmeye çalıştığımız teori-yorum-model üçlemesinin felsefe tarihindeki tipik örneklerinden biridir.

[367] Henri Poincare, *Bilim ve Hipotez*, s. 71.

geometrisinin diğer geometrilerden daha etkili ya da güçlü görünmesinin sebebi; birtakım zihinsel alışkanlıklardan veya Kant'ta karşılığını gördüğümüz şekilde Euclides uzayı hakkında sahip olduğumuz araçsız sezgiden (uzay görüsü) kaynaklanmaz. Onun diğer geometrilere nazaran daha basit ve kullanışlı olması dışında hiçbir üstünlüğü yoktur.[368] Hem Euclides geometrisi hem de bir bütün olarak Euclides-dışı geometriler farklı şekillerde yorumlanabilme ve pratik bir boyut kazabilme ihtimaline her zaman sahiptir. Burada şimdi yukarıda da adı geçtiği üzere model kavramından bahsetmek yararlı olabilir.

Matematikçi Alfred Renyi'nin Platonik tarzda kaleme aldığı ve bilim tarihinin büyük isimleri üzerinden matematik üzerine görüşlerini aktardığı metninde matematiksel modellerin yapısı üzerine bazı görüşler öne sürer. Onun düşüncesine göre "matematiksel modeller görünmezler, onlara sadece zihinlerimize var olurlar ve ancak formüllerle ifade edilebilirler."[369] Matematik modellerin olgularla uyuşmayan sonuçlar vermesi bile bir dereceye kadar fayda sağlayabilir, çünkü herhangi bir modelin istenilen sonucu vermemesi ya da başarılı olamaması, onun yerine daha iyisini bulmamıza yardımcı olabilir.[370] O zaman matematiksel bir modellerin yakınsama olduğunu ve her zaman fiziki gerçekliklerle bazı uyuşmazlıklar sergileme olasılığı olduğunun gözden kaçırılmaması gereklidir.[371]

Aksiyomatik geometri farklı fiziksel olgularla her zaman desteklenmeye ve yeni yorumlara açık olması hasebiyle, onun üzerinden birden fazla pratik geometri inşa edilebilir. Dolayısıyla "aksiyomatik bir sistem 'olası' birtakım doğrulukları sunar, fakat onun doğrulukları bize kendini 'dayatır', fizikteki duyu algıları kadar kuvvetli olan bu matematiksel sezgiyi inkâr etmemizin sağlam bir dayanağı yoktur."[372] Pratik geometri bir yorum olarak fizikseldir ve onun üzerinden inşa edilen bir model dünyanın "bir" resmini yansıtabilir. Bir bütün olarak alındığında bu değerlendirme matematiğin zamanla evrimleştiği ve dinamik bir yapıya sahip olduğu gerçeğini yansıtır. Bu bağlamda bugün bize gerçekliği yansıtan bir resmin sonraki süreçte daha net resimler verebileceği ihtimali her zaman vardır.[373] Wittgenstein'ın

[368] Poincare, *a.g.e.*, s. 73.
[369] Alfred Renyi, *Matematiksel Üzerine Diyaloglar*, s. 42.
[370] Renyi, *a.g.e.*, s. 41.
[371] *A.g.e.*, s. 44.
[372] Bekir S. Gür, *"Matematik Belası" Üzerine: Matematik Felsefesinde Köşe Taşları*, s. 99.
[373] Adnan Baki, *Matematik Tarihi ve Felsefesi*, s. 250.

dil ile resim arasındaki analojisinden hareketle, yeni resimlerin üretilmesi sorununda dilbilim geleneklerinde meydana gelen keskin dönüşümler etkili olabilir. Bu bağlamda mantıksal ve matematiksel doğrular kullanılan dilin kurallarına uygun düşmüyor ya da çatışıyorsa, ele alınan doğrulukların yanlışlanabilirlikleri gündeme gelir.[374] Bu aşamada yeni yorumlar ve kullanım halindeki dilin kurallarına uygun düşecek yeni resimlerin üretilmesine başlanır.

[374] Baki, *a.g.e.*, s. 252.

SONUÇ

Tezin bütünü dikkate alındığında ilk olarak Kuhncu kavramlar ile genel bir bilim felsefesi okuması yapılmaya çalışılmıştır. Önce Kuhn'un kavramları geniş bir şekilde ele alınmış ve sonrasında ise bu kavramlar üzerine birtakım eleştiriler sıralanmıştır. Bilim tarihinde Kuhn'un ifade etmeye çalıştığı şekilde paradigmalara yüksek bağlılık gösteren bilim insanlarına rastlamak neredeyse bütün disiplinlerde mümkündür. Buna ek olarak kuramlarda anomalilerin ve bunalımların ortaya çıktığını görmek de şaşırtıcı olmayacaktır. Kuhn,'un bilim izlencesi bu bakımdan bir bilimin kuruluş ve gelişim yolunu betimlemek açısından önemli özellikler taşır. Ancak kökleşmiş bir bilimin yüksek gelişim aşamalarını ifade etmek açısından Kuhn'un izlencesi sorunlu bir sistem olarak karşımıza çıkar.

Onun anladığı anlamda bilimsel devrimler ile siyasi devrimler arasında kurulan ilişkinin zorlama bir çabanın sonucu olması, paradigmaların değişimi üzerine söyledikleriyle düştüğü çelişkiler, eş-ölçülmezlik kavramının mantıksal sorunları bir bütün olarak Kuhn'un paradigma görüşünü olumsuz etkiler. Dahası aynı kavramları farklı şekillerde tanımlaması, kendi metinleri arasındaki çelişkiler de Kuhn'un iddialarına olan güveni sarsar. Her ne kadar kendisi reddetse de Kuhn, birtakım iddialarıyla göreliliğe fazlasıyla düşmüş ve psikolojizm boyutunda felsefi bir tavır almıştır. Tüm bunlara rağmen Kuhn'un bilim felsefesine yeni bir soluk gözüyle bakabiliriz. O, tarihsel yöntemiyle tek tek bilimlerin gelişim çizgilerini değerlendirebilmek için bize önemli bir olanak sağlamıştır. Bu tezin ikinci bölümü de bu olanağın bir sonucudur.

İkinci bölümde Kuhncu izlenceyi uyduğunu düşündüğümüz matematiğin iki alt disiplini olan geometri ve astronomiden iki farklı kuram ele alarak yolumuza incelemeye çalıştık. Bu bölümde ilk olarak Euclides geometrisini ele aldık. Yaptığımız çalışma neticesinde Euclides geometrisinin Kuhn'un paradigma görüşü ile birtakım benzerlikler gösterdiğini gözlemledik. Hem uzun yıllar boyunca bir disiplini dönüştüren model olması hem de geometri üzerinde çalışma yapan tüm düşünürlerin ona yüksek bağlılık göstermesi bu görüşü destekler. Ama özellikle Euclides-dışı geometrilerin yaratılması ile beraber bir geometride Kuhn'un anladığı anlamda bir devrimin olmadığının görülmüştür. Buna ek olarak paradigma değişimi üzerine söyledikleriyle Kuhn, Euclides geometrisi ile Euclides-dışı geometriler

arasında ilişkiyi açıklamaktan uzak bir izlence ortaya koymuştur. Euclides-dışı geometrilerin ortaya çıkışı ile Euclides geometrisinin eskisine nazaran önemini kaybetmesine rağmen hala geometriciler tarafından kullanıldığı da bir gerçektir. Bu son cümle geometri tarihinin paradigmalardan ziyade "epistemolojik kopuşlarla" okunulabileceği ihimalini ortaya atmaktadır.

İkinci bölümün ikinci kısmında Kuhn'un eksik bıraktığını düşündüğümüz şekilde Batlamyus kuramının oluşum aşamasına göz gezdirdik. Bunun önemli olduğunu düşünüyoruz, çünkü eğer gerçekten Kuhn'un ifade etmeye çalıştığı şekilde paradigmalar arasında bir devrim varsa Copernicus'un paradigmasının Batlamyus'un paradigmasını devirmesi gereklidir. Kuhn keyfi bir kabulle Batlayus'un kuramını paradigma olarak kabul etmiş ve değerlendirmelerine buradan başlamıştır. Ama yağtığımız çalışma Batlamyus'un kuramının Kuhncu paradim görüşüne çok da uymadığı yönündedir. Bir kere Copernicus'a kadar astronomide hâkim bir kuram olmadığını görmekteyiz. Bu ilk problemdir. İkinci problem Batlamyus'un kuramı ortaya çıkar çıkmaz yükselen itirazlardır. Bu Kuhn'un anomali kavramı ile ifade etmeye çalıştığı kısım ile tarihsel olarak örtüşmez. Dolaysıyla Batlayus'un kuramı kuruluş aşamasında tıpkı Eulides geometrisinde gördüğümüz gibi Kuhncu izlenceyi yansıtsa da gelişim aşamalarının ilerleyen bölümlerinde bu bağlantı kopar.

Üçüncü ve son bölümde Euclides-dışı geometriler ile başlayan matematiksel krizler dönemine değindik. Alan içindeki krizi derinleştiren bir başka olay Cantor'un küme kuramı üzerine çalışmasıdır. Matematiğin temellerine yönelik ciddi sorunlar yaratan bu krizlerden sonra matematiği bir bütün olarak sağlam temellere alma iddiasyla, mantıkçılar, formelistler ve sezgiciler kendi çalışmalarını ortaya koymuştur. Her üç okul da matematiği özgül tarihinden koparark mantıksal analize dayanan bir yöntem benimsemiş ve bu suretle de her seferinde kendi krizlerini yaratmışlardır. Sonrasında ise tarihsel ve sosyal bir fenomen olarak matematik ele alınmış ve düşünürler matematiği deneysel bir bilim olarak ele almaya çalışmışlardır. Burada geometri özelinde Lakatos'a değinilmiş ve onun yarı-deneysel görüşünün keyfi ön-kabullere göre inşa edildiğini ve geometrinin tarihsel başarısını anlatamadığından bahsettik. Ayrıca onun rastlantısallık ve psikolojik etkenlere vurgu yapmadığı gördük. Sonrasında ise Einstein, Wittgenstein, Poincare ve Gödel'den aldığımız görüşlerle önce geometrinin aksiyomatik ve pratik yapısına göre ikiye

ayrıldığını söyledik. Burada aksiyomatik yapının sezgisel olarak kabul edilen ve tümevarım sonucu verimliliği yüksek olan doğruları gösteren aksiyomlar oluştuğunu, pratik geometrinin ise bu yapı üzerinde fiziksel görüngelerin incelenmesi esnasında bir nesne boyutu kaznadığını ve araç olarak kullanıldığından bahsettik. İzdüşüm geometrisi bunun en tipik örneklerindendir. Son olarak ise bir bilimsel kuramın kavramsal çerçevesi olarak, onun zihinimize bir resmini veren model kavramına değindik. Model burada en genel haliyle bir temsil, bilim insanına kavramsal çerçeve sunan sağlam bir model olarak kaşımıza çıkabilir. Bizim özel olarak geometri üzerinde yürüttüğümüz bu tartışma matematiğin tüm alt disiplinlerine ve dolayısıyla tüm matematiğe indirgenebilcek bir araştırma izlencesi sunar.

KAYNAKÇA

1. Kitaplar

Agamben, Giorgio, (2017), *Kutsal İnsan*, çev. İsmail Türkmen, İstanbul: Ayrıntı Yayınları.

Althusser, Louis, (1984), *Felsefe ve Bilim Adamlarının Kendiliğinden Felsefesi*, çev. Ömür Sezgin, Ankara: Birey ve Toplum Yayıncılık.

Arslan, Hüsamettin, (2017), *Epistemik Cemaat*, İstanbul: Paradigma Yayınları.

Baki, Adnan, (2014), *Matematik Tarihi ve Felsefesi*, Ankara: Pegem Akademi Yayınları.

Barker, Stephen F. (2017), *Matematik Felsefesi*, çev. Yücel Dursun, Ankara: İmge Kitabevi.

Barnes, Barry, (2008), *T.S. Kuhn ve Sosyal Bilimler*, çev. Hüsamettin Arslan, İstanbul: Paradigma Yayıncılık.

Benacerraf, Paul–Hillary Putnam, (1983), *Philosophy of Mathematics: Selected Readings*, Cambridge: Cambridge University Press.

Boll, Marcel, (2016), *Matematiğin Tarihi*, çev. Bülent Gözkân, İstanbul: İletişim Yayınları.

Bronowski, Jakob, (1953), *The Common Sense of Science*, Cambridge: Harvard University Press.

Burton, David M., (2017), *Matematik Tarihi Giriş*, çev. Soner Durmuş, İstanbul: Nobel Akademik Yayıncılık.

Cajori, Florian, (2014) *Matematik Tarihi*, çev. Deniz İlalan, Ankara: ODTÜ Yayıncılık.

Cevizci, Ahmet, (2015), *Felsefe Tarihi*, İstanbul: Say Yayınları.

Chalmers, Alan F., (2016), *Bilim dedikleri*, çev. Hüsamettin Arslan, İstanbul: Paradigma Yayıncılık.

David, H. Bailey,(2006), *Experimental Mathematics In Action*, A K Peters.

Demir, Gökhan Yavuz, (2018), *Dilin Belirsizliği*, İstanbul: Pinhan Yayıncılık.

Demir Sümeyra, "Öklidyen Olmayan Geometrilerin Oluşumu", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Durkheim, Emily, (2013), *İntihar*, çev. Z. Zühre İlkgelen, İstanbul: Feniks Kitap.

Fara, Patricia, (2015), *Bilim: Dört Bin Yıllık Bir Tarih*, çev. Aysun Babacan, İstanbul: Metis Yayınları.

Feyerabend, Paul, (2012), *Akla Veda*, çev. Ertuğrul Başer, İstanbul: Ayrıntı Yayınları.

Feyerabend, Paul, (2014), *Yönteme Karşı*, çev. Ertuğrul Başer, İstanbul: Ayrıntı Yayınları.

Feyerabend, Paul, (2017), *Özgür Bir Toplumda Bilim*, çev. Ahmet Kardam, İstanbul: Ayrıntı Yayınları.

Foucault, Michel, (1994) *Kelimeler ve Şeyler*, çev. Mehmet Ali Kılıçbay, Ankara: İmge Kitabevi.

Frege, Gottlob, (2014), *Aritmetiğin Temelleri*, çev. H. Bülent Gözkan, İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.

Gür, Bekir S., (2016), *"Matematik Belası" Üzerine: Matematik Felsefesinde Köşe Taşları*, İstanbul: Nesin Yayıncılık.

Hadamard, Jacques, (1954), *The Pscychology of Invention in the Mathematicl Field*, New York: Dover Publications.

Hardy, G. Harold, (2005), *Bir matematikçinin Savunması*, çev. Nermin Arık, Ankara: Tübitak Yayınları.

Hersh, Reuben, (1997), *What is Mathematics Really*?, New York: Oxford University Press.

Hobbes, Thomas, (1993), *Leviatha*n, çev. Semih Lim, İstanbul: Yapı Kredi Yayınları,.

Ifrah, Georges, (1998), *Rakamların Evremsel Tarihi: Bir Gölgenin Peşinde*, Cilt I, çev. Kurtuluş Dinçer, Ankara: Tübitak Yayınları.

Kabadayı, Talip, (2011), *Duhem'den Laudan'a Çağdaş Felsefecileri*, Ankara: BilgeSu Yayıncılık.

Kline, Morris, (1953), *Mathematics in Western Culture*, New York: Oxford University Press.

Kline, Morris, (1980), *Mathematics: The Loss of Geometry*, New York: Oxford University Press.

Koyre, Alexandre, (1994), *Yeniçağ Biliminin Doğuşu*, çev. Kurtuluş Dinçer, Ankara: Gündoğan Yayınları.

Kuhn, Thomas S., (2007), *Kopernik Devrimi: Batı Düşüncesinin Gelişiminde Gezgen Astronomisi*, çev. Halil Turan vd., Ankara: İmge Kitabevi.

Kuhn, Thomas, (2015), *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*, çev. Nilüfer Kuyaş, İstanbul: Kırmızı Yayınları.

Lakatos, Imre (2014), *Bilimsel Araştırma Programlarının Metodolojisi*, çev. Duygu Uygun, İstanbul: Alfa Yayınları.

Lakatos, Imre, (1978), *Mathematics, Scienece and Epistemology*, Volume: II, Cambridege: Cambridge University Press.

Lakatos, Imre, (2017), *Kanıtlar ve Çürütmeler, Matematiksel Keşfin Mantığı*, Çev. Can Başkent, İstanbul: Nesin Yayıncılık.

Laudan, Larry, (1984), *Science and Values*: *The Aims of Science and Their Role in Scientific Debate*, Berkeley: University of California Press.

Loose, John, (2012), *Bilim Felsefesine Tarihsel Bir Giriş,* çev. Elif Derviş, Ankara: Dost Kitabevi.

Lyotard, Jean François, (2014) *Postmodern Durum*, Çev. İsmet Birkan, Ankara: BilgeSu Yayıncılık.

Mankiewicz, Richard, (2002), *Matematiğin Tarihi*, Çev. Gökçen Ezber, İstanbul: Güncel Yayıncılık.

Marx, Karl, (2012), *Fransa'da İç savaş*, çev. Kenan Somer, Ankara: Sol Yayınları.

Musgrave, Alan, (2013), *Sağduyu, Bilim ve Şüphecilik*, çev. Nur Küçük, İstanbul: İthaki Yayınları.

Nagel, Ernest–James R. Newman, (1994), *Gödel Kanıtlaması: Matematiğin Sınırları*, çev. Bülent Gözkan, İstanbul: Sarmal Yayınları.

Oppenheimer, Robert J., (1965), *Bilim ve Sağduyu*, çev. Onur Öymen, Ankara: Bilgi Yayınevi.

Platon, (2001), *Epinomis*, çev. Adnan Cemgil, İstanbul: Sosyal Yayınları.

Poincare, Henri, (1998), *Bilim ve Hipotez*, çev. Fethi Yücel, İstanbul: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.

Renyi, Alfred, (1999), *Matematik Üzerine Diyaloglar*, çev. İskender Taşdelen, Ankara: Dost Yayınları.

Rothacker, Erich, (1995), *Tarihselcilik sorunu*, çev. Doğan Özlem, Ankara: Gündoğan Yayınları.

Rousseau, Jean-Jacques, (2005), *İnsanlar Arasındaki Eşitsizliğin* Kaynağı, çev. Rasih Nuri İleri, İstanbul: Say Yayınları.

Russell, Bertrand,(2015), *Bilimsel Bakış*, çev. Funda Sezer, İstanbul: Say Yayınları,.

Sarton, George, (1995), *Antik Bilim ve Modern Uygarlık*, çev. Melek Dosay – Remzi Demir, Ankara: Gündoğan Yayınları.

Serdar, Ziyauddin, (2001), *Thomas Kuhn Bilim Savaşları*, çev. Ebru Kılıç, İstanbul: Everest Yayınları.

Skinner, Quentin, (1991), *Çağdaş Temel Kuramlar*, çev. Ahmet Demirhan, Ankara: Vadi Yayınları.

Somay, Bülent, (2015), *Tarihin Bilinçdışı*, İstanbul: Metis Yayınları.

Stroneker, F. Benson, (1999), *Meşhur Matematikçiler*, çev. Melek Dosay, Ankara: Gündoğan Yayınları.

Ströker, Elisabeth, (2005) *Bilim Kuramına Giriş*, çev. Doğan Özlem, Ankara: İnkılap Kitabevi.

Struik, ,Dirk J., (2011), *Kısa Matematik Tarihi*, çev. Yıldız Silier, İstanbul: Doruk Yayımcılık.

Tekeli, Sevim vd., (2015), *Bilim Tarihine Giriş*, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Tez, Zeki, (2011), *Matematiğin Kültürel Tarihi,* İstanbul: Doruk Yayımcılık.

Trimberger, Ellen Kay, (2003), *Tepeden İnmeci Devrimler*, Çev. Fatih Uslu, İstanbul: Gelenek Yayıncılık.

Unat, Yavuz, (2013), *İlkçağlardan Günümüze Astronomi Tarihi*, Ankara: Nobel Kitap.

Ülger, Ali, (2003), "*Matematiğin Kısa Bir Tarihi*" *Bilim Konuşmaları*, Ankara: Tübitak Yayınları.

Wittgenstein, Ludwig, (2011), *Felsefi Soruşturmalar*, çev. Haluk Barışcan, İstanbul: Metis Yayınları.

Wittgenstein, Ludwig, (2016), *Tractatus Logico-Philosophicus*, çev. Oruç Aruoba, İstanbul: Metis Yayınları.

Yıldırım, Cemal, (2015), *Bilim Tarihi*, İstanbul: Remzi Kitabevi.

Yıldırım, Cemal, (2016), *Bilim Felsefesi*, İstanbul: Remzi Kitabevi.

Yıldırım, Cemal, (2017), *Matematiksel Düşünme*, İstanbul: Remzi Kitabevi.

2. Makaleler, Bildiriler ve Diğer Basılı Yayınlar

Aspray, Williams and Philip Kitcher, (1988), "*An Opinionated Introduction*", *History and Philosophy of Modern Mathematics*, edited by William Aspray and Philip Kitcher, The University of Minnesota Press.

Blanquez, Mariano Hormigon, (1980), "*Paradigmas Y Matematicas*", Publicacions de la Secció de Matemàtiques, No. 20, ACTES: VII JORNADES MATEMÀTIQUES HISPANO-LUSITANES, s. 5-11.

Bochner, Salomon, (1963), "*Revolutions in Physics and Crises in Mathematics",* Science, New Series, Vol. 141, No. 3579, s. 1056-1095.

Carnap, Rudolf, (1957), *Foundations of Logic and Mathematics: Foundations of the Unity of Science*, Vol 1 No 3, s. 222-236.

Cifolatti, Giovanna, "*Mathematics and Rhetoric. Introduction*", Early Science and Medicine, Vol. 11-4, 2006.

Crowe, Michael, (1992), "*Ten 'Laws' Concerning Pattens of Change in the History of Mathematics*", *Revolutions in Mathematic*s, der. Donald Gilles, Oxford: Oxford University Press.

Dauben, Joseph, (1992), "*Conceptual Revolutions and the History Mathematics: Two Studies in the Growth of knowledge*", der. *Donald Gilles, Revolutions in Mathematics*, Oxford: Oxford University Press.

Einstein, Albert, (2007), "*Geometry and Experience*", *Beyond Geometry Classic Papers from Riemann to Einstein*, Edited with an Introduction and Notes By Peter Pesic, Mineóla, New York: Dover Publications.

Ernest, Paul, (1999), *"Forms of Knowledge İn Mathematics and Mathematics Education: Philosophical and Rhetorical Perspectives, Educational Studies in Mathematics*", Vol. 38, No. 1/3 Form of Mathematical Knowledge: Learning and Teaching with Understanding, s. 46-64.

Friedmann, Michael, (2002), "*Kant, Kuhn, And The Rationality Of Science*", Philosophy of Science, Vol. 69, No. 2, s. 45-63.

Gilles, Donald, (1992), "*Preface*", *Revolutions in Mathematics,* der. Donald Gilles, Oxford: Oxford University Press.

Gilles, Donald, (1992), "*The Fregean Revolutions in Logic*", Oxford: Oxford University Press.

Gillies, Donald–Yuxin Zheng, (1997), "*Dynamic Interactions With The Philosophy Of Mathematics*", Logique et Analyse, Nouvelle Serie, Vol. 40, No. 158, s. 45-96.

Goodman, Nicolas D., (1990), "Mathematics As Natural Science", The Journal of Symbolic Logic, Vo. 55, No. 1, s. 75-96.

Gödel, Kurt, (2011), "*Cantor'un Süreklilik Problemi Nedir?*" Matematik Felsefesi, düzenleyen: Bekir S. Gür, Ankara: Kadim Yayınları, , 2011.

Gözkan, H. Bülent, "*Matematik Sadece Mantık Temelinden Türetilebilir mi*?", *Felsefelogos*, sayı 49, No. 49 2013/2, s. 75-112.

Gür, Bekir S. (2011), "*Matematik Felsefesine Giriş*", *Matematik Felsefesi,* der. Bekir S. Gür, Ankara: Kadim Yayınları.

Hempel, Carl G., (1945), "*Geometry and Empirical Science*", Published in American Mathematical Monthly Vol. 52, s. 80-113.

Heyting, Arend, (2008), "*The Intıitionist Foundations of Mathematics*", *Philosophy of Mathematics: Selected Readings,* Cambridge: Cambridge University Press.

Kitcher, Philip, (1988), "*Mathematical Naturalism*" *History and Philosophy of Modern Mathematics,* edited by William Aspray and Philip Kitcher, The University of Minnesota Press.

Kuhn, Thomas S., "*Bilim Tarihi*", şu kitapta: Thomas S. Kuhn, *Asal Gerilim*: *Bilimsel Gelenek ve Değişim Üzerine Seçme İncelemeler,* çev. Yakup Şahan, İstanbul: Kabalcı Yayınevi.

Kuhn, Thomas S., "*Modern Fizik Biliminde Ölçümün İşlevi*", şu kitapta: Thomas S. Kuhn, *Asal Gerilim*: *Bilimsel Gelenek ve Değişim Üzerine Seçme İncelemeler*, çev. Yakup Şahan, İstanbul: Kabalcı Yayınevi.

Kuhn, Thomas S., "*Nesnellik, Değer Yargısı ve Kuram Seçimi*", şu kitapta: Thomas S. Kuhn, *Asal Gerilim*: *Bilimsel Gelenek ve Değişim Üzerine Seçme İncelemeler*, çev. Yakup Şahan, İstanbul: Kabalcı Yayınevi.

Kuhn, Thomas S., "*Paradigmalar Üstüne İkinci Düşünceler*", şu kitapta: Thomas S. Kuhn, *Asal Gerilim*: *Bilimsel Gelenek ve Değişim Üzerine Seçme İncelemeler*, çev. Yakup Şahan, İstanbul: Kabalcı Yayınevi.

Kuhn, Thomas S., "*Tarih ve Bilim Tarihi Arasındaki Bağıntılar*", şu kitapta: Thomas S. Kuhn, Asal Gerilim: *Bilimsel Gelenek ve Değişim Üzerine Seçme İncelemeler*, çev. Yakup Şahan, Kabalcı Yayınevi, İstanbul: Kabalcı Yayınevi.

Kuhn, Thomas S., (2017), "Eleştiriler Üzerine Düşüncelerim", *şu kitapta: Eleştiri ve Bilginin Gelişmesi*, Hazırlayanlar: Imre Lakatos–Alan Musgrave çev. Nur Küçük, İstanbul: İthaki Yayınları.

Kuhn, Thomas S., (2017), "*Keşif Mantığı mı Araştırma Psikoloji mi*?" *Eleştiri ve Bilginin Gelişmesi*, Hazırlayanlar: Imre Lakatos – Alan Musgrave, çev. Nur Küçük, İstanbul: İthaki Yayınları.

Mastermann, Margaret, (2017), "*Paradigmanın Doğası*", şu kitapta: Eleştiri ve Bilginin Gelişmesi, hazırlayanlar: Imre Lakatos – Alan Musgrave, çev. Nur Küçük, İstanbul: İthaki Yayınları.

Mehrtens, Herbert, (1992), "*Appendix(1992): Revolutions Reconsidered", Revolutions in Mathematics*, der. Donald Gilles, Oxford: Oxford University Press.

Mehrtens, Herbert, (1992), "*T.S. Kuhn's Theories and Mathematics: A Discussion Paper on the 'New Historiography' of Mathematics*", , Revolutions in Mathematics, der. Donald Gilles, Oxford: Oxford University Press.

Popper, Karl, (2017), "*Olağan Bilim ve Tehlikeleri*", şu kitapta: *Eleştiri ve Bilginin Gelişmesi* ", Hazırlayanlar: Imre Lakatos–Alan Musgrave, Çev. Nur Küçük, İstanbul: İthaki Yayınları.

Russell, Bertrand, (2011), "*Matematiksel Mantığın Felsefi Önemi*" çev. Muharrem Özlük, *Matematik Felsefesi*, derleyen: Bekir S. Gür, Ankara: Kadim Yayınları.

Struik, Dirk J., (1958), "*Omer Khayyam, Mathematician*" The Mathematics Teacher, Vol. 51, No. 4, s. 15-19.

Watkins, John, (2017) "*'Olağan Bilim'e Karşı*, şu kitapta: *Eleştiri ve Bilginin Gelişmesi*, ", Hazırlayanlar: Imre Lakatos–Alan Musgrave, Çev. Nur Küçük, İstanbul: İthaki Yayınları.

Zheng, Yuxin, (1997), "*The Revolution in The Philosophy of Mathematics*", Logique et Analyse, Nouvelle Serie, Vol. 40, No. 158, s. 544-599.

Zheng, Yuxin, (1992), "*Non-Euclidean Geometry and Revolution in Mathematics*", *Revolutions in Mathematics*, der. Donald Gilles, Oxford: Oxford University Press.

3. Elektronik Kaynaklar

Oberheim, Eric-Paul Hoyningen-Huene, (17.10.2018), The Incommensurability of Scientific Theories. The Stanford Encyclopedia of Philosophy http://plato.stanford.edu/archives/spr2013/entries/incommensurability/