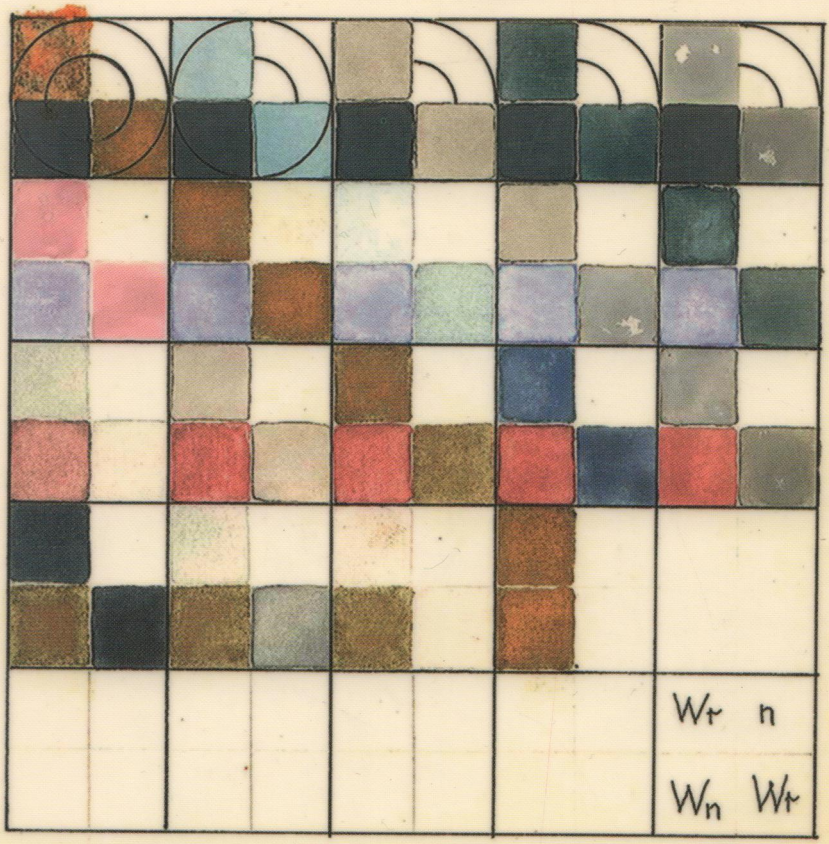


ŞAKİR KOCABAŞ

FİZİK ve GERÇEKLİK

Bilim Felsefesine Kavramsal Bir Yaklaşım

YAYINLARI

FİZİK ve GERÇEKLİK

Bilim Felsefesine Kavramsal Bir Yaklaşım

FİZİK ve GERÇEKLİK

Bilim Felsefesine Kavramsal Bir Yaklaşım

Şakir Kocabaş

KÜRE YAYINLARI

KÜRE YAYINLARI / 2. Kitap

Şakir Kocabaş Kitaplığı 1

Fizik ve Gerçeklik
Bilim Felsefesine Kavramsal Bir Yaklaşım

Şakir Kocabaş

© Hakkı Kocabaş, İsmail Kocabaş,
Zeynep Özkul Kocabaş, 2013

© Küre Yayınları, 2013

Kapak Çizimi: Şakir Kocabaş

Birinci Basım Nisan 2001
Dördüncü Basım Ekim 2013

ISBN 978-975-6614-01-3
TC Kültür ve Turizm Bakanlığı
Sertifika no: 15813

Tasarım/Kapak **Salih Pulcu**

Baskı/Cilt Elma Basım
Halkalı Cad. No:164 B4 Blok Sefaköy-İstanbul
Sertifika no: 12058
Tel: (212) 697 30 30

KÜRE YAYINLARI
Vefa Cad. No: 48 Kat: 3
Vefa / İstanbul
Tel 0212 520 66 41-42
Faks 0212 520 74 00
www.kureyayinlari.com
kure@kureyayinlari.com
facebook.com/kureyayinlari
twitter.com/kureyayinlari

Şakir Kocabaş (1945, İstanbul-19 Ağustos 2006, İstanbul) İlk ve orta eğitimini İstanbul'da tamamladı. 1970 yılında İTÜ Kimya Fakültesi'nden mezun oldu. Türkiye ve İngiltere'de kimya sanayiinde çalıştı. 1985-90 yıllarında Londra Üniversitesi King's College'de yapay zeka alanında doktora yaptı. 1991-98 yıllarında Tübitak Marmara Araştırma Merkezi'nde (MAM) Yapay Zeka Bölümü başkanıydı. 1992-2006 yıllarında İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi'nde öğretim üyesi olarak çalıştı.

Doç. Dr. Kocabaş'ın yapay zekada bilgi organizasyonu, bilimsel buluşların modellendirilmesi ve simülasyon üzerine 20'den fazla uluslararası dergi ve konferans yayını, 10 ulusal konferans yayını bulunmaktadır.

Teşekkür

Bu kitabın hazırlanmasında düşünce, tenkid ve tavsiyeleriyle büyük yardımları olan A. H. Kocabaş'a teşekkürü borç bilirim.

Ayrıca, kitabın ilk nüshaları üzerindeki görüş ve değerlendirmeleri için Cengiz Aydın, Ahmet Nuri Yüksel ve Zekai Şen'e de teşekkür ederim.

Bölüm 3'ün sonunda İbn Rüşd'ün mektubuyla ilgili referans için A. Bora Kahyaoğlu'na, ikinci baskıda, Bölüm 2'nin başında İbn Heysem'le ilgili referanslar için İhsan Fazlıoğlu'na ve kitabın son nüshaları üzerindeki tashihleri için Coşkun Çakır ve Mustafa Demiray'a teşekkür ederim.

ÖNSÖZ

Bilim felsefesi konusunda her sene birçok kitabın yayınlandığı bir dünyada neden yeni bir kitap yazma zahmetine katlanılır? Elinizdeki bu kitapta bilim felsefesi yepyeni bir yaklaşımla ele alınmaktadır. Geçtiğimiz yüzyılın başından bugüne kadar geliştirilmiş olan bilim felsefesinde bilimsel teori ve hipotezlerin olaylarla sağlanabilirliği, yanlışlanabilirliği, sınanabilirliği ve teorilerin tarihsel gelişimi ve bunu destekleyen tarihi ve sosyal şartlar gibi konular ele alınmıştır. Ancak bunlardan hemen hiçbirinde bilimsel teorilerin dayandığı temel kavramlar ve bunların teori içinde meydana getirdiği kavramsal yapılar tafsilatlı bir şekilde ele alınmamıştır.

Belki de bu eksiklik yüzünden, bilimle gerçeklik arasındaki alaka daima karanlıkta kalmıştır. Hatta diyebiliriz ki, modern felsefede 'bilim ve gerçeklik' konusunda hemen hemen hiçbirşey söylenmemiştir. Aslında bir açıdan bu duruma şaşmamak gerekir, çünkü böyle bir soruşturma ve araştırma öncelikle ciddi bir kavramsal araştırma ve soruşturmayı gerektirmektedir. Kavramsal araştırma ise, teorilerde olaylarla uyumluluğun ötesinde 'bilim ve gerçekliğin uyumu' diye bir meselenin farkında olmayı zorunlu kılmaktadır.

İşte biz bu kitapta, bilimle ve daha özel olarak fizikle gerçeklik arasında bulunması gereken alakayı kavramsal bir yaklaşımla ele alıyoruz. Ümit ediyoruz ki bu çalışmamız bu alanda yeni ve çok önemli araştırmalara yol açacaktır.

Şaklr Kocabaş

İstanbul, 6 Ağustos 2000

İKİNCİ BASKIYA ÖNSÖZ

Bu baskıda, kitabın ilk baskısındaki bazı kelime ve ifade hatalarını düzelttik. Ayrıca Bölüm 2'ye İbn Heysem'in Ptoleme astronomisinin eleştirisiyle ilgili yeni bir referans ekledik.

Şakir Kocabaş
İstanbul, Eylül 2002

ÜÇÜNCÜ BASKIYA ÖNSÖZ

Bu baskıda, kitabın önceki baskısındaki bazı kelime ve ifade hatalarını düzelttik ve eksik olan bir referansı ekledik. Düzeltmelerdeki yardımlarından dolayı Akif Emre'ye teşekkür ediyorum.

Şakir Kocabaş
İstanbul, Mayıs 2005

Anahtar Kelimeler

Gerçeklik
Lisan
Kavram
Kavramsal Yapı
Bilim
Tabiat Olayı
Teori
Model
Senaryo
Açıklama
Hipotez
Mantıksal Yapı
Matematik Yapı
Mantıksal Çıkarım
Hesaplama

İÇİNDEKİLER

1. Giriş 15

2. Bilim ve Gerçeklik 23

2.1 Ptoleme, İbn Rüşd, Duhem ve Gerçeklik 23
2.2 Feynman: Tabiat Anlamsızdır 29
2.3 Heisenberg: Lisan ve Gerçeklik 31
2.4 Barrow: Fiziksel Gerçeklik 42
2.5 Deutsch: Paralel Dünyalar ve Gerçekliğin Dokusu 45
2.6 Weinberg: Dalga Fonksiyonu ve Fiziksel Gerçeklik 51
2.7 Penrose: Kuantum Dünyası da Gerçektir 58

3. Bilim Felsefesi Konusunda Yaklaşımlar 65

3.1 Modern Bilim Felsefesinin Gelişimi 66

3.1.1 Duhem: Olayları Kurtarmak 66
3.1.2 Mach: Temel Prensipler 69
3.1.3 Mantıkçı Pozitivizm: Hipotezlerin Sağlanabilirliği 69
3.1.4 Popper: Yanlışlanabilirlik 73
3.1.5 Kuhn: Tarih Temelli Bilim Felsefesi 75
3.1.6 Feyerabend: Metod'a Saldırı 76
3.1.7 Lakatos: Araştırma Programları 77
3.1.8 Laudan: Araştırma Gelenekleri 78

3.2 Bilgisayarla Bilim Felsefesi ve Bilimsel Buluşlar Üzerine Çalışmalar 81

3.3 Kavramsal Yaklaşım 86

3.3.1 Teori Geliştirme 88

3.4 Kavramsal Yapılar ve Gerçeklik 89

4. Klasik Fiziğin Genel Yapısı 91

4.1 Fiziğin Temel Kavramları 91

4.1.1 Aristo: Hareket ve Zaman Süreklidir 92

4.1.2 Newton, Huygens ve Young 93

4.2 Fizikte Matematiksel Kavramlar ve Yapılar 93

5. Modern Fiziğin Genel Yapısı 95

5.1 Genel Relativite Teorisi 95

5.2 Kuantum Teorisi 96

5.3 Açıklanamayan Fiziksel Olaylar 96

5.3.1 Işık Dalga mı, Parçacık mı? 96

5.3.2 Işığın Hızı Neden c? 99

5.3.3 Işığın Kırılması, Yansıması ve Saçılması 100

5.3.4 Işığın Kısmi Yansıması 101

5.3.5 Bazı Fiziksel Sabitler 101

6. Yeni Fiziğin Prensipleri 103

6.1 String Teorileri 103

6.1.1 Greene 104

6.1.2 Abdus-Selam 107

6.1.3 Witten 109

6.1.4 Weinberg 111

6.1.5 Peat 114

6.2 Penrose: Twistor Uzayı 119

7. Sonuç 121

Referanslar 129

Dizin 131

1. Giriş

İnsanlar kelimeler ve bunların meydana getirdiği bir kavramlar örgüsü içinde düşünür. Algılamanın, hatta en basit şekillerin algılanmasının bile basit bir olay olmadığı psikoloji kitaplarındaki örneklerden kolayca anlaşılmaktadır. Dünyada meydana gelen olayların anlaşılması ve ifade edilmesi kelimelerle şekillenen kavramsal yapılar içinde olmaktadır.[1] Birbirinden farklı kavramsal yapılar, en genel manada birbirinden farklı lisanlar demektir. Lisanları birbirinden farklı kavram yapılarına sahip insanların olayları algılama şekilleri ve ölçüleri de farklı olacaktır. Burada esas mesele, olayların doğru bir şekilde, yani gerçeğe uygun bir şekilde anlaşılmasıdır.

Fizik bilimlerle gerçeklik arasındaki alakanın ne olduğu konusuna girmeden önce bilgi ve gerçeklik arasındaki kavramsal alakaya bakmamız gerekiyor. Ondan önce de "bilgi" kelimesinin lisanda nasıl kullanıldığını hatırlamamız gerekiyor. Genel olarak *bilgi* kelimesi lisanda kullanım açısından birbirinden farklı birkaç alandaki önerme dizileri için kullanılmaktadır: Mantık, matematik, gramer bilgisi; teorik bilgiler, tecrübi bilgiler, tarih bilgisi gibi. Dikkat edilirse burada saydığımız bilgi çeşitlerini iki ana sınıfta toplayabiliriz: Lisanla ilgili bilgiler ve gerçeklikle ilgili bilgiler. Gerçekliğin anlaşılmasında, bilinmesinde ve ifade edilmesinde her iki bilgi türünün önemli bir yeri vardır.

Fizik bilimlerde gaye, tabiatta gerçek olarak meydana gelen değişimleri bir kavram sistemi üzerine kurulan, "teori" adını verdiğimiz gramatik yapılar çerçevesinde incelemek ve araştırmak,

1 "Kavram"ı, bir kelime ve bunun bir lisan içindeki bütün kullanımları diye tarif edebiliriz.

sonra da teorinin ve bunun da içinde bulunduğu lisanın kavramlarıyla ifadelendirmektir. Fizik bilimlerde incelenen olaylar deney, gözlem, ölçme ve hesaplamaya dayanan metotlarla tesbit edilmeye çalışılır. Fakat, deney, gözlem, ölçme ve hesaplamalar da bir teori çerçevesinde yapılır. Teori ise, en geniş manada, lisan içinde geliştirilen ve belli kavramlar üzerine kurulan bir gramatik yapıdır.

Teorinin yapısını meydana getiren kavramlar birbirlerine göre belli gramer bağlantıları içinde kullanılır. Fakat teorik lisanın kavramları da sonunda tabii lisan içinde anlaşılır ve ifade edilebilir olmalıdır. Teorinin en önemli fonksiyonlarından biri geliştirildiği alandaki bilgileri sistematik bir şekilde bir araya getirme imkanı vermesidir. Diğer önemli fonksiyonu, araştırma konularıyla ilgili meseleler üzerinde bilim adamları arasında iletişimi sağlayan bir üst lisan olmasıdır. Öyle ki, bu lisanın gramerini bilmeyenler çoğu zaman iletişim çevresine alınmazlar.

Bilim adamları teoriyi kullanarak yaptıkları mantıksal çıkarım ve matematik hesaplarla, teori konusuna giren olaylar hakkında öngörülerde bulunurlar. Bu öngörülerin, gene teoriye göre yapılan deney, gözlem ve ölçme sonuçlarıyla uyumlu olması, bilim adamları tarafından teorinin geçerli sayılması için yeterlidir.

Bilim adamları, aynı zamanda bir teorinin kapsamına giren olayları, teoriyi kullanarak yaptıkları hesaplarla açıklamak isterler. Teori konusuna giren olayların açıklamaları, neticede teorinin gramer yapısı içinde yer alan temel kabuller ve hipotezlere dayandırılarak yapılır. Hipotezler, genel olarak basit veya bileşik kurallar şeklinde ifade edilir. Temel kabuller ise olgular şeklinde ifade edilir, ışık hızının boşlukta sabit olduğunun kabulü gibi.

Teorik yapının dedüktif (tümdengelim) sonuçları gibi, deney, gözlem ve ölçme sonuçları da teorinin grameri içinde ifade edilir. Bir teori ne kadar az hipotez ve kabulle, konusu içine giren en çok sayıda olayla ilgili öngörü ve açıklama yapabilme imkanı sağlıyorsa, bilim adamları tarafından o kadar "şık" veya "zarif" bir teori olarak kabul edilir.

Teori ile ilgili olarak buraya kadar anlattıklarımızdan özet olarak şunu söyleyebiliriz: Teori, bilim adamlarının –teori konusuna giren olayları açıklamak ve bu olaylarla ilgili öngörüler yapmak için– kullandıkları bir lisan aracıdır.

Fizik bilimlerin konusu tabiatta meydana gelen değişimler olduğuna göre, bu bilimlerle gerçeklik arasında nasıl bir ilişki olmalıdır? Bu bilimlerde geliştirilen teorilerde kullandığımız kavramlar ve bunların meydana getirdiği yapı, yani teorinin grameri ve daha geniş manada teorinin içinde yer aldığı lisan ve onun kavramsal yapısı, gerçekliği anlamamız açısından ne kadar uygundur? Teorileri, gerçekliği anlamada bir lisan aracı olarak görebilir miyiz? Yoksa teorinin amacı, sadece teoriyi kullanarak bilim adamlarının tarif ettiği olaylara uygun olması mıdır? Halen geçerli teori anlayışına göre bilim ve gerçeklik arasında ne gibi bir alaka vardır?

Bu sorular aslında bilim felsefesinin en temel sorularıdır. Fakat, çağımızın Batı bilim felsefelerini bilgi ve gerçeklik açısından incelediğimizde temel bir özellik olarak şunu tesbit ediyoruz: Bilim ve gerçeklik arasındaki ilgi Batı bilim felsefelerinde bir mesele olarak görülmemektedir. Hatta denilebilir ki genel olarak Batı felsefelerinde gerçeklik kavramı temel bir kavram olarak yer almamaktadır. Batı bilim anlayışı ve düşüncesinin –bazı istisnalar dışında– büyük ölçüde eski Yunan düşüncesine dayandığı bilinmektedir. Bilim felsefecisi Bechtel bunu şöyle ifade etmektedir:

> Milattan önce beşinci ve dördüncü yüzyıllarda yaşamış olan üç Yunanlı felsefeci, daha sonraki yüzyıllarda Batı dünyası için bilim ve felsefi düşüncenin gündemini büyük ölçüde hazırlamışlardı. [Bechtel, 1998a, s. 5]

Bu üç felsefeci Sokrat (Socrates), Eflatun (Plato) ve Aristo'dur (Aristotle). Sokrat'ın felsefi faaliyetleri kavramların açık bir şekilde tarif edilmesi üzerine yoğunlaşıyordu. Ona göre felsefi faaliyetin amacı kavramlarımızın herkes tarafından kabul edilebilir ve doğru tariflerinin yapılmasıydı. Herhangi bir alanda bilgi kazanmamız da bu alanda kullanılan kavramların tariflerinin geliştirilmesine bağlıydı.[2] Sokrat, bir kavram tarifini ortaya çıkarma işini, o kavramla nesneler arasındaki muhtemel ilişkiler üzerine çeşitli sorular sorarak yapıyordu.

Ancak Sokrat kavramların tarifini yaparken, elinde sağduyudan ve yaşadığı dönemdeki dilin kullanım kurallarından başka herhangi bir kriter yoktu. Dolayısıyla o, daha çok mücerret (soyut)

2 Bakınız: Bechtel, 1988a, s. 6.

kavramlarla nesneler arasındaki alakalar üzerinde durmuştur. Halbuki, lisanda en çok ihtiyaç duyulan çalışma mücerret kavramların birbirleri arasındaki –mesela gerçeklik ile bilgi ve bilgi ile adalet kavramları arasındaki– ilişkilerdir. Bazı sathi istisnalar dışında böyle bir felsefi çalışmaya, ne eski Yunan düşüncesinde ne de Batı düşüncesinde rastlıyoruz. Böyle bir çalışmanın yapılabilmesi herşeyden önce güvenilir bir lisana sahip olmayı gerektiriyor.

Sokrat'ın kavramlarla ilgili sorularına, öğrencisi Eflatun ve onun da öğrencisi Aristo farklı yaklaşımlarla cevap bulmaya çalıştılar. Eflatun kavramları, kendi başına "var olan" fikirlerle (*idea*) veya *form*larla özdeşleştirerek esas olanın bunlar olduğunu öne sürüyordu. Aristo ise dikkatini dünyadaki varlıklar üzerinde yoğunlaştırarak bunların form ve maddeden meydana geldiğini söylüyordu. Dünyadaki olaylar içinde maddenin değişimini ve bu değişim içinde başka formlar kazanışını gaye ve sebeplerle açıklamaya çalışıyordu. Aristo'nun varlık ve tabiat anlayışı onyedinci yüzyıla kadarki bilim anlayışının temelini oluşturmuştur:

> Aristo'nun, özellikle varlıklar hakkındaki görüşleri, bilim için tabiat olaylarını açıklama ve sınıflandırmada onyedinci yüzyıla kadar kullanılan kapsayıcı bir yapı getirmişti. Getirmediği şey ise, tabiatın değişen süreçlerini anlamak için gerekli yapıydı. Bilim devrimi, esas olarak, tabiat hakkında dinamik bir görüş oluşturma çabasındaydı. Çabaların yoğunlaştığı konu, varlıkların esasını belirlemek değil, fiziki maddeye etki eden hareketler cinsinden değişimi modellendirmekti. [Bechtel, 1998a, s. 9]

Burada Bechtel'in açık olarak ifade etmediği husus, eski Yunan düşüncesinde tabiatı anlamada sistematik deney, gözlem ve ölçmeye dayanan bir araştırma metodunun olmadığı ve bunun müslümanlar tarafından bilime kazandırıldığıdır. Deneysel metot dışında esas olarak Aristo'nun tabiat anlayışı üzerine kurulan modern bilim anlayışının gayesi, varlıkların aslını –diğer bir deyişle gerçekliği– araştırmak değil, Bechtel'in de ifade ettiği gibi varlıkların değişim süreçlerini modellendirmektir.

Görüldüğü gibi, Eski Yunan felsefi düşünce geleneğinde "gerçeklik" bir temel kavram olarak yer almamaktadır. Bunun yerine en temel kavram olarak "varlık" kavramı benimsenmiş, diğer kav-

ramlar da bunun etrafında yapılanmıştır. Eski Yunan düşüncesinin müslümanlar tarafından Avrupa'ya taşınmasından sonra Batı'da gelişmeye başlayan felsefi düşüncenin en önde gelen temsilcilerinden biri şüphesiz Kant olmuştur diyebiliriz. Kant, felsefesini Aristo gibi varlık kavramı etrafında sistemleştirmiştir; öyle ki, en meşhur eseri *Critique of Pure Reason* (Saf Aklın Tenkidi) isimli kitabında gerçekliği varlık kavramına göre tarif etmektedir:

> Gerçekliğin şeması, belirli bir zamandaki varlıktır. [Kant, 1781/1993, s. 146]

Kant'ın sistemleştirdiği kavramsal yapıyı bugün hemen hemen bütün Batı bilim ve zihin felsefelerinin temellerinde görmek mümkündür.[3] Kant varlıkları algılamamızın, zihnimizde gelişen kategoriler vasıtasıyla olduğunu söylemiştir. Bu kategoriler varlıkların genel özelliklerini ve aralarındaki alakaları tesbit etmektedir. Kant'ın kategoriler hakkında söylediklerini Bechtel şöyle özetlemektedir:

> Kant ... tabiatı algılama ve tabiat hakkında düşünme kabiliyetimizin, tecrübeye uyguladığımız idrakimizin kavramlarına veya kategorilerine bağlı olduğunu ve bu kategorilere doğuştan sahip olduğumuzu iddia etmiştir. Burada, Kant'ın kategorilerden kastı varlıkları sınıflandırdığımız kategoriler değildi. Onun kategorileri, varlıkların ve bunlar arasındaki ilişkilerin genel özelliklerini belirlemektedir. [Bechtel, 1988a, s. 14]

Kant bu kavramların zihnimizde şemalaştırıldığını ve nesneleri bu şemalarla algıladığımızı öne sürmüştür:

> Bir cismi algılayabilmemiz için zihnimizin, şemalaştırılmış kategorileri [kavramları] duyu verilerimize uygulaması gereklidir. Buna göre, algıladığımız varlıklar, şemalaştırılmış kategorilerin duyu verilerine uygulanmasının ürünleridir. Bilgimiz bu şekilde [zihnimizde] oluşturulmuş varlıklarla sınırlıdır. Kant, kategoriler altına getirilmeyen saf duyu algılamasının ve bu duyu algılamasının kaynağı olan varlıkların (Kant bunlara kendi zatında nesneler demektedir) bilinemeyeceğini öne sürmüştür. Bu yüzden nesnelerin

3 Kant'ın "şema" fikri bile bugün yapay zekada bilgi temsilinde kullanılan önemli bir metot olan "çerçeve" (*frame*) yapılarının esasını teşkil etmektedir.

kendi zatında gerçekte nasıl olduklarını araştırmak anlamsızdır. [Bechtel, 1988a, s. 14]

Böylece Kant'ın görüşleri, "gerçekliği hiçbir zaman idrak edemeyiz" sonucunda düğümleniyor. İşte bu görüş günümüze kadar gelen bilim anlayışının da temelini oluşturmaktadır. Bu anlayışın teorilerin geliştirilmesi açısından ne gibi sonuçları olduğunu ileriki bölümlerde tafsilatıyla inceleyeceğiz. Fakat burada hemen şöyle bir soru zihnimize takılmaktadır: Eğer gerçekliği idrak etmeye çabalamak insanlar için anlamsız kabul edilirse, başka hangi varlık için bu iş anlamlı olacaktır? Kant'ın kategorilerinde ve bugünkü Batı düşüncesinde ve bilim anlayışında eksik olan işte bu gerçeklik kavramıdır.

Kant bir yandan nesnelerin gerçekte nasıl olduklarını bilemeyeceğimizi söylerken öte yandan da klasik fiziğin bazı prensiplerinin kesin doğru olduğunu bilebileceğimizi söylemektedir:

> Tabiat bilimi (fizik) kendi içinde prensipler [yasalar] halinde, sentetik a priori hükümleri ihtiva eder. Örnek olarak iki önerme vereceğim: "Maddi dünyadaki bütün değişimlerde madde miktarı aynı kalır" ve "Bütün hareketli etkileşimlerde daima etki tepkiye eşittir". [Kant, 1993, s. 39]

Kant burada geçen *a priori* kavramını, kitabının baş kısmında genel insan idrakinin bazı bilgilere, bütün tecrübelerin üstünde ve önceden sahip olduğunu söylediği bölüm başlığının altında şu şekilde tarif ediyor:

> Öte yandan, eğer bir hüküm kesin ve mutlak bir evrensellik taşıyorsa, yani hiçbir istisnaya yer bırakmıyorsa, tecrübelerden elde edilmiş olamaz, fakat mutlaka *a priori* olarak doğrudur. [Kant, 1993, s. 31]

Ve felsefenin görevini de, insanın hangi bilgilerinin *a priori* olduğunu bulmak şeklinde tarif ediyor.

Bugün klasik fiziğin prensiplerinin doğruluğunun kesin olmadığını biliyoruz. Bir hükmün, prensibin veya ifadenin kesin doğru olması için gerçekliği ifade etmesi gerekir. Gerçekliğin algılanması da ancak mükemmel, yani kusursuz bir kavram sistemi içinde olabilir.

Aristo ile en gelişmiş şeklini alan eski Yunan düşüncesini Avrupa'ya taşıyan, Klasik Devir (9-12. yüzyıl) müslüman bilginler de –mesela Farabi, İbni Sina ve İbn Rüşd– bu düşünce sisteminden etkilenmişlerdir. Bu devirde İslam dünyasında Eski Yunan düşüncesinin tesirleri sadece felsefi alanla sınırlı kalmamış, kelam ve akaid tartışmalarına kadar girmiştir. Bu etkilenmenin boyutlarını görebilmek için *vücud* (varlık) kavramının, bu dönem müslüman bilginlerinin eserlerindeki yerine bakmak yeterli olacaktır. Abbasiler döneminde (750-1254) eski Yunan mirasına sahip çıkan müslümanların bundan etkilenmelerine bir açıdan bakıldığında fazla şaşmamak gerekir, çünkü bu miras onlara oldukça gelişmiş görünen sistematik bir düşünce geleneği sunmuştur.

Müslümanlar bu mirasa sahip çıkarken, bunun sağladığı teknik ve sistematik düşünme imkanlarına kavuştuklarını hesap etmişlerdir. Burada teknikten kasıt, mantık ve geometrinin sağladığı imkanlar; sistematik düşünme imkanlarından kasıt da bu mirasın getirdiği kavram sistemidir. Fakat ne yazık ki, müslümanlar bunu yaparken farkında olmadan, kendilerine gelen Kur'an ile kazandıkları kavram sisteminden de uzaklaştıklarını görememişlerdir. Nitekim bu uzaklaşma, İslam düşünce geleneğinde parlak bir başlangıçtan sonra etkisini yavaş yavaş göstermiş ve bu sürecin başlangıcından yaklaşık dört yüzyıl sonra İslam dünyasında düşünce geleneği duraklama dönemine girmiştir.

Eski Yunan düşüncesinin kavramsal yapıları müslüman düşünürler ve kelamcılar tarafından Kur'an'daki kelime dokusuyla ciddi bir şekilde karşılaştırılarak değerlendirilmemiştir. Bu durum, müslümanların "tabii lisanında" kavramsal bozulmalara yol açmıştır. Bu bozulmanın en çarpıcı örneklerinden biri, Kitap'ta en temel kavramlardan biri olan *hakk* (gerçeklik) kelimesinin müslümanların lisanındaki yerini *vücud* (varlık) kavramının almış olmasıdır. Bu kavramsal bozulma Kitap'taki diğer birçok kelimenin de kullanım çerçevelerinin dışına itilmesine yol açmıştır.[4] Halbuki bu kelimeler gerçekliğin tanınmasında ve bilinmesinde en zengin ve en uygun kavram ağacını meydana getirmektedir.

4 Bu kavramsal bozulma ve sonuçları konusunda tafsilatlı bilgi için bakınız: Kocabaş, Ş. (1997), *İslam'da Bilginin Temelleri*, İstanbul: İz Yayıncılık. [Yeni baskısı: İstanbul: Küre Yayınları, 2013]

Müslümanların lisanında meydana gelen bu ciddi kavramsal değişimler onları, dünyaya ve olaylara bakışlarında, gerçeklik (*hakk*) kelimesi yerine varlık (*vücud*) merkezli bir kavramlar örgüsünün çerçevesi içine sokmuştur. Bilgi ile gerçeklik arasındaki alakanın bu şekilde kopması İslam medeniyetinde bilim ve felsefe çalışmalarının farz oluşunu,[5] hatta meşruiyetini hukuki temellerinden koparmış ve sonunda bu medeniyette araştırma geleneğinin ortadan kalkmasına yol açmıştır. Müslümanların bilimsel araştırmalardan çekilmesi de, onların mirasını devralan Avrupa'da yapılan çalışmalarda bilim ve gerçeklik arasındaki alakanın tamamen ihmal edilmesine yol açmıştır. Bu konunun ayrıca ve ciddi bir şekilde incelenmesi gerekmektedir. Kitabımızın son bölümünde bilim ve gerçeklik konusuyla ilgili bazı öntesbitlerimizi ortaya koyacağız. Fakat şimdi, bilim tarihinde bilim ve gerçeklik kavramlarının nasıl bir anlayış içinde ele alındığını incelemeye geçelim.

5 Son büyük müslüman bilim felsefecisi ve aynı zamanda Maliki hukukçusu olan İbn Rüşd, bilim ve felsefenin hukuki gerekliliğini *Faslü'l-Makal* isimli kitabında tafsilatlı bir şekilde ortaya koymaktadır. Bakınız: Hourani (1976). Fakat onun bu eseri, bahsettiğimiz kavramsal bozulmadan dolayı bugüne kadar İslam dünyasında fazla bir itibar görmemiştir.

2. Bilim ve Gerçeklik

Bu girişten sonra Ptoleme'den (Batlamyus) günümüze kadar bazı bilim adamı ve felsefecilerin konu ile ilgili yaklaşımlarını incelemeye geçebiliriz.

2.1 Ptoleme, İbn Rüşd, Duhem ve Gerçeklik

Batı düşüncesi, bilim anlayışında büyük ölçüde müslümanlardan devralınan ve deneysel metoda dayanan araştırma geleneği ile Eski Yunan'dan gelen felsefi miras ve bunun kavramsal yapısının etkisi altında gelişmiştir. Böylece, Avrupa'da geliştirilen bilim felsefesi temelde varlık kavramı etrafında şekillenmiştir. Bugün bile geçerli sayılan madde, atom ve parçacık kavramları bu yapı içinde yerini bulan kavramlardır. İşte "varlık" merkezli bu bilim anlayışı, Ptoleme'den (Batlamyus, yaklaşık 90-168) Pierre Duhem'e (1861-1916) ve ondan da günümüze kadar gelen bir bilimsel teori anlayışının da temelini oluşturmaktadır. Bu anlayışa göre, bilimsel teorilerin içinde geliştirildiği lisanın gerçeklikle alakası önemli değildir, yeter ki bu lisan içinde, teoriye veya bunun modellerine göre yapılan hesaplar gözlem sonuçlarıyla "sağlanıyor" olsun. Bu meseleye açıklık kazandırmak için incelememize Ptoleme'nin astronomi teorisinden başlamamız gerekiyor.

Ptoleme'nin dünya merkezli astronomik modelinde gökcisimlerinin yörünge hareketleri eksantrik ve episaykıl adı verilen karışık geometrik eğrilerle gösterilmekteydi.[1]

1 *Eksantrik*: Merkezi küçük bir daire çemberi üzerinde hareket eden daha büyük bir dairenin çemberi üzerindeki bir noktanın çizdiği şekil; *episaykıl*: Merkezi, sabit büyük bir daire çemberi üzerinde hareket eden küçük bir daire çemberi üzerindeki bir noktanın çizdiği şekil. (Bakınız: Losee, 1993, s. 21).

Ptoleme teorisini öğrenen müslümanlar buna dayanarak yaptıkları hesaplarda gökcisimlerinin hareketlerinin bu modelle yeterli bir doğrulukla öngörülebileceğini tesbit etmişlerdi.[2] Fakat müslüman gökbilimciler çok geçmeden, gerçekliğe uymadığı düşüncesiyle bu modele karşı çıktılar. Aşağıda anlatacağımız gibi, bazı müslüman bilginler ve bunlar arasında özellikle, felsefi çalışmalarıyla tanınmış olan İbn Rüşd, bu yüzden yeni bir astronomi modeli geliştirmenin gerekli olduğunu savunuyordu. İbn Rüşd bu konudaki görüşlerini, yaşadığı çağın bilimini iyi bilen bir felsefeci olarak ifade etmiştir.

Bilim felsefesi, teorilerin veya bunların hipotezlerinin olaylarla karşılaştırıldıkları zaman ortaya çıkan problemlere çözüm arama çalışmaları ile başlamış olan bir faaliyettir. Bilim felsefesinin özellikle son iki yüzyıl içinde ortaya çıktığına dair yanlış bir anlayış mevcuttur. Halbuki bu alanda, bir teorinin yeni gözlemler yapılarak olaylarla karşılaştırılması şeklindeki ilk ciddi faaliyet müslümanlar tarafından başlatılmıştır.

Abbasiler zamanında, Beytü'l-Hikme'nin gelişmesinde büyük rolü olan halife Me'mun (813-833) tarafından, zamanın matematik ve astronomi bilginlerinin de içinde bulunduğu bir heyet, Ptoleme'nin ve Hintli bir gökbilimcinin kitaplarındaki verilerden hangisinin daha doğru olduğunun araştırılması için Bağdat'ın kuzeyindeki Sincar vadisinde gözlemler yapmak üzere görevlendirilmişti. Bu heyet yaptığı gözlemlerden sonra Ptoleme'nin yıldızların ve diğer gökcisimlerinin pozisyonları ile ilgili olarak verdiği bilgilerin gözlemlere daha uygun olduğunu tesbit etmişti.[3] Ancak müslüman gökbilimciler, gözlem sonuçlarına uysa da, gerçekliğe uymadığı düşüncesiyle bu modeli benimsemediler.

Ptoleme'nin astronomik öngörülerinin dayandığı modele İslam bilginlerinden ilk ciddi tenkidler Beytü'l-Hikme astronomlarından Sabit b. Kurra (834-901) ve optik alanındaki çalışmalarıyla da ünlü, Mısır'da yaşamış bir bilgin olan İbn Heysem (965-1051) tarafından gelmişti.[4] Bilim tarihçisi George Saliba, İbn Heysem'in *Şükuk 'ala Batlamyus* (Batlamyus Üzerine Şüpheler) isimli kitabından aktarıyor:

2 Bakınız: Demirci, 1996, s. 128.
3 Bakınız: Demirci, 1996, s. 128-129.
4 Bakınız: Duhem, 1969, s. 26; Huff, 1993, s. 56.

> ... Şüpheye yer bırakmayan gerçek şudur ki, gezegenlerin hareketinin doğru ve sistematik dizilimleri (konfigürasyonu) vardır, fakat bunlar Ptoleme'nin ortaya koyduğundan farklıdır ve [yukarıda sıralanan] imkansızlık ve çelişkilere yol açmaz. Ptoleme bunları anlayamamış, hatta bunları hayal bile edememiştir. [Saliba, 1996, s. 82]

Endülüs'te ise İbn Tufeyl (ö. 1185) daha da ileri giderek, içinde Ptoleme'nin kullandığı eksantrik ve episaykıl gibi karışık eğriler olmayan yeni bir astronomi geliştirmeye çalışmıştı [Duhem, 1969, s. 29]. Fakat Ptoleme'nin eksantrik ve episaykıl daireler ile gökcisimlerinin hareketlerini açıklayan modeline en sistematik tenkid, gençliğinde hocası İbn Tufeyl ile Merakeş'te astronomik gözlemler yapan meşhur müslüman düşünür İbn Rüşd (1126-1198) tarafından yapılmıştır. İbn Rüşd, Ptoleme modelinin "gerçeklere uymadığını", çünkü buna dayanarak gökcisimlerinin hareketlerini taklit edecek fiziki bir modelin geliştirilmesinin imkansız olduğunu, dolayısıyla yeni bir astronomi teorisinin mutlaka geliştirilmesi gerektiğini açık bir şekilde öne sürmüştür:

> Matematik bilimlerde, eksantrik ve episaykıl gibi şeylerin olduğuna inanmamızı sağlayacak hiç birşey bulamıyoruz. Astronomi bilginleri bu yörüngelerin varlığını bir prensip olarak öne sürüyorlar ve sonra da bunlardan duyularımızla algılayacağımız birtakım sonuçlar çıkartıyorlar. Halbuki vardıkları bu sonuçlar hiçbir şekilde kullandıkları prensiplerin zorunlu olduğunu göstermez. ... Dahası, bu gökbilimcilerin öne sürdükleri prensiplerden ortaya çıkan sonuçları göz önüne aldığınızda bunlardan, esas ve zorunlu olarak gökcisimlerinin hareketinin bu şekilde olması gerektiğine dair hiçbir şey bulamazsınız. [Duhem,1969, s. 30]

İbn Rüşd bu durumdaki bir astronomi teorisini kabul edemiyordu. Ona göre gök cisimlerinin hareketleri fizik prensiplerine dayandırılmalıydı:[5]

> Şu halde gökbilimci öyle bir astronomi sistemi geliştirmelidir ki, gökcisimlerinin hareketi bundan çıkarılabilmeli ve bunda fizik

5 İbn Rüşd'ün burada Aristo'nun fizik prensiplerini kasdettiği anlaşılıyor. Aristo fiziğinde en mükemmel hareket dairesel hareketti. Fakat, fizik prensiplerinin astronominin temeli olduğu üzerinde ısrar etmesi daha sonraki yüzyıllarda astronominin gelişimi açısından önemlidir.

açısından imkansız bir husus bulunmamalıdır. ... Batlamyus, astronominin doğru temellerini görememiştir. ... Episaykl ve eksantrikler fizik prensipleri açısından mümkün değildir. İşte bu nedenle biz, fizik prensipleri üzerine kurulacak gerçek bir astronomi üzerinde çalışmalarımızı yoğunlaştırmalıyız. ... Doğrusunu söylemek gerekirse, zamanımızda astronomi diye birşey yoktur; elimizdeki [Batlamyus modeli], hesaplara uyan fakat gerçeğe uymayan birşeydir. [Duhem,1969, s. 31]

Bilim felsefecisi Duhem ise farklı bir yaklaşımla burada İbn Rüşd'ü ve Sabit b. Kurra, İbn Heysem, İbn Tufeyl ve Bitruci gibi öteki Müslüman astronomları, Ptoleme, Proclus ve Simplicius gibi Eski Yunan gökbilimcilerinin yaptığı işin mahiyetini ve gayesini iyi anlamamış olmakla vasıflandırıyor ve bir bilimsel teoriyi destekleyen hipotezlerin "doğru" olmasının gerekmediğini söylüyor. Bilim adamı için, teoriye göre yaptığı hesapların gözlemlerle uyuşmasının –gene kendi ifadesiyle "olayları kurtarmasının"– yeterli olduğunu ifade ediyor.[6] Duhem burada, Müslüman bilginlerin hiçbir zaman bu teori anlayışına ulaşamadığını ifade ediyor. Halbuki meselenin aslı şudur: Müslüman bilginler tabiat bilgisiyle gerçeklik arasında kuvvetli bir alaka bulunması gerektiğine inanmışlardır. Bu yüzden de sadece görüneni kurtaran bir teoriyi kabul etmek istememişlerdir. Duhem'in göremediği çok önemli bir husus da İbn Rüşd'ün, gökcisimlerinin hareketinin mutlaka fizik prensiplerine dayandırılması gerektiğini ısrarla öne sürmesidir.[7]

İbn Rüşd ise, *Fizik*'i iyi incelemiş bir felsefeci olarak Aristo hakkında şunları söylüyor:

Aristo, mantığı, fiziği ve metafiziği kurdu ve geliştirdi. Bunları o kurdu diyorum, çünkü bu bilimler üzerine ondan önce yazılmış eserler bahsedilmeye değmez ve [Aristo'nun] yazdıkları yanında çok sönük kalmaktadır. Bunları tamamlamıştır diyorum, çünkü ondan sonra ta günümüze kadar, yani yaklaşık onbeş asırdır hiç kimse onun yazdıklarına ne bir ilave yapabilmiş ne de onlarda önemli bir hata bulabilmiştir. [Duhem, 1969, s. 29]

6 Bakınız: Duhem, 1969, s. 31-32.

7 Gökcisimlerinin hareketini fizik prensiplerine dayandıran bir teori ancak yüzyıllar sonra Newton tarafından geliştirilecektir.

Duhem ise bu paragrafın hemen üstünde şöyle demektedir:

> Bu konuda o [İbn Rüşd] Aristo'ya fanatik bir şekilde sadık kalmaktaydı. [Duhem, 1969, s. 29]

Duhem'in burada göremediği şey, İbn Rüşd'den 800 yıl sonra bile bütün klasik ve modern fiziğin en temel kavramlarının Aristo'nun *Fizik* kitabında tekrar tekrar tarif ettiği kavramlar olmasıdır. Dolayısıyla, temel kavramlar açısından bugünkü fizikçileri de, Duhem'in deyimiyle "Aristo fanatiği" olarak görmemiz mümkündür. Bugün fiziğin en gelişmiş iki teorisinin –genel relativite ve kuantum teorisi– birleştirilememesi de büyük ölçüde bu yüzdendir. Bu kavramların neler olduğu ve bunların klasik ve modern fizikteki fonksiyonları Bölüm 3 ve 4'de tafsilatıyla anlatılacaktır. Şimdi tekrar İbn Rüşd'ün Ptoleme teorisi hakkında söylediklerine ve bunun yankılarına dönelim.

İbn Rüşd'ün yukarıdaki sözleri başta çağdaşı Bitruci (1200'ler) olmak üzere batıda Endülüs'te, kısmen de doğuda Meraga Rasathanesinde İbn Heysem'in eserlerini esas alan Tusi (ö. 1274) gibi gökbilimciler üzerinde etkili olmuş ve İslam dünyasında yeni astronomi çalışmalarının başlamasına yol açmıştır. Bu şekilde İbn Rüşd, bilim tarihinde ilk defa, bilim felsefecisi Lakatos'un deyimiyle bir "araştırma programı"nın başlatılmasına öncülük etmiştir.[8]

İbn Rüşd'ün Ptoleme astronomisi hakkında söylediklerini şöyle özetleyebiliriz: (1) Ptoleme teorisi sadece gözlemlere uymakta (zevahiri kurtarmakta), fakat gerçeklere uymamaktadır. (2) Bu yüzden bunun fiziki bir modeli kurulamamaktadır. (3) Yeni bir astronomi teorisi mutlaka geliştirilmelidir. (4) Yeni geliştirilecek teori fizik prensiplerine dayanmalı, yani gökcisimlerinin hareketleriyle ilgili gözlemler bu prensiplerden türetilebilmelidir.

İbn Rüşd'ün Ptoleme teorisi hakkındaki bu görüşleri onüçüncü yüzyıldan itibaren Avrupa'da da geniş ilgi uyandırmış ve başta Roger Bacon (1214-1292) ve Thomas Aquinas (1225-1274) olmak üzere özellikle İtalya'da astronomi ve felsefeyle uğraşan birçok kişi tarafından benimsenmiş ve onun Ptoleme astronomisi hakkında söylediği "zevahiri kurtarmak" sözü Avrupa'da uzun süre Latin

8 Tafsilat için bakınız: Huff, 1993, s. 54-61.

felsefecilerin eserlerinde *salvare apparentias* (görüntüyü kurtarmak) olarak yanlanmıştır.[9]

Avrupa'daki bu kültürel atmosfer içinde yeni astronominin kuruluşunun ilk safhası, bu yönde ilk fiili çalışmaları yapan Bitruci ve Tusi'nin çalışmalarını da incelemiş olduğu anlaşılan Kopernik (1473-1543) tarafından tamamlanmıştır.[10] Fakat Avrupa'da İbn Rüşd'ün başlattığı bu araştırma programı ancak Galileo (1564-1642) ve Kepler'den (1571-1630) sonra Newton'un (1642-1727) gökcisimlerinin hareketini gravitasyon (kütlesel çekim) teorisiyle açıklaması üzerine tamamlanmıştır. İbn Rüşd'ün bu konudaki ısrarcı görüşleri olmasaydı, yeni astronominin gelişmesi daha ne kadar sürerdi, bunu düşünmek gerekiyor.

Özet olarak, Avrupa'daki bilim geleneği, eski Yunan düşüncesinden gelen temel kavramlar, mantık ve geometri ile, müslümanların geliştirdiği cebir ve trigonometriyle, gene müslümanların geliştirdiği deney, gözlem ve ölçmeye dayanan araştırma geleneği üzerine kurulup gelişmiştir.

Duhem'in bilimsel teoriler hakkındaki görüşleri kendisinden sonraki bilim felsefecileri tarafından da kabul görmüştür. Ne mantıkçı pozitivistler, ne onları eleştiren Popper, Kuhn ve Feyerabend gibi felsefeciler, Duhem'in bilimle gerçeklik arasında bir alaka olmasının gerekmediği konusundaki görüşlerine ciddi bir itirazda bulunmamışlardır. Mantıkçı pozitivistlerin sağlanabilirlik (*verifiability*) ve Popper'ın yanlışlanabilirlik (*falsifiability*) kriterleri ile Kuhn'un relativist ve Feyerabend'ın çoğulculuk prensipleri Duhem'in savunduğu bilim anlayışıyla çelişmemektedir.

Bu görüşler geçtiğimiz yüzyılda bilim adamları tarafından da benimsenmiş ve yirminci yüzyıl fiziği büyük ölçüde bu bilim anlayışı üzerinde gelişmiştir. Fakat, daha yirminci yüzyılın ilk yarısında, halen fiziğin en gelişmiş ve en başarılı iki teorisi olan genel relativite ve kuantum teorisinin, dünyanın en meşhur fizikçilerinin yarım yüzyılı aşan bütün çabalarına rağmen birleştirilememiş olması, meselenin temelinde mevcut fizik teorilerinin üzerine kurulduğu lisanın temel kavramlarıyla gerçeklik arasında ciddi bir

9 Rönesans öncesi Avrupa'da bu konuyla ilgili tartışmalar için bakınız: Duhem, 1969, s. 41-60.

10 Bakınız: Huff, 1993, s. 55-58.

uyuşmazlığın bulunduğunu düşündürmektedir. Şimdi bilim ve gerçeklik konusunda son elli yılın tanınmış bazı fizikçilerinin görüşlerini incelemeye geçebiliriz.

2.2 Feynman: Tabiat Anlamsızdır

Yirminci yüzyılın tanınmış teorik fizikçilerinden ve kuantum elektrodinamiğini geliştirenlerden Richard Feynman, teorilerin esas fonksiyonunun, teoriye göre yapılan öngörülerin deney veya gözlem sonuçlarıyla uyuşması olduğunu şu sözlerle ifade etmektedir:

> [Fizikçiler] şunu iyice anladılar ki, esas mesele bir teoriyi beğenmek veye beğenmemek değildir. Önemli olan teorinin deneylerle uygun öngörüler yapmamızı sağlayıp sağlamadığıdır. [Feynman, 1990, s. 10]

Burada Feynman, Ptoleme'den günümüze kadar gelen ve Duhem tarafından da desteklenen "olayları kurtarmak" (*saving the phenomena*) anlayışının takipçisi olduğunu açık bir şekilde ifade etmektedir. Kuantum mekaniğinin sağduyu ile ters düşen, anlaşılmaz yapısı konusunda da şunları söylemektedir:

> Bakın, benim kendi öğrencilerim de onu [kuantum teorisini] anlamazlar. Çünkü, ben de onu anlamıyorum. Kimse de anlamıyor. [Feynman, 1990, s. 9]

Feynman daha sonra da, bu teorinin anlaşılmaz yapısının, tabiatın kendisinden kaynaklandığını, hatta daha da ötesi, tabiatın saçma/abes olduğunu söylemektedir:

> Kuantum elektrodinamiği teorisi sağduyu açısından Tabiat'ı saçma olarak tasvir eder. Ancak deneylerle de tam bir uyum içindedir. Bu yüzden de umarım Tabiat'ı olduğu gibi –yani saçma olarak– kabul edersiniz. [Feynman, 1990, s. 10]

Ve devam ederek tabiatın neden böyle anlaşılmaz davrandığını açıklayabilecek bir teori bulunmadığını ifade ediyor:

> Tekrar edelim, biz Tabiat'ın neden böyle acayip bir şekilde davrandığıyla uğraşmayacağız; bunu açıklayabilecek iyi bir teori bulunmamaktadır. [Feynman, 1990, s. 12]

Bu ifadelerde görüldüğü gibi Feynman, deneylerle büyük bir uyum içindeki kuantum teorisinin değil, bunun yerine tabiatın saçma olduğunun kabul edilmesini tercih etmektedir. Belli ki, mevcut matematik yapıları kullanarak, deneylerle uyumlu ve anlaşılabilir yeni bir teori geliştirmenin imkansızlığı karşısında, tabiatın saçma olduğunu kabul etmek ona daha makul gelmektedir.

Ptoleme astronomisinde güneşin ve gezegenlerin yörüngelerinin eksantrik ve episaykıl eğriler üzerinde gösterilmesi uzun süre gökbilimciler için yeterli sayılmıştı, çünkü bu modele göre yapılan hesaplar ve öngörüler gözlemlerle uyumluydu. Aynı şekilde, yirminci yüzyılda geliştirilen teorilerin öngörüleri de çoğu zaman büyük bir hassasiyet sınırı içinde deney ve gözlem sonuçlarıyla uyumlu olduğundan, bu teorilerin üzerine kurulduğu lisanın, gerçekliği anlamak için uygun olup olmadığı sorusu birçok bilim adamı tarafından pek dikkate alınmamıştır. Çünkü, teoriye göre tarif edilen olaylarla uyuşmazlık durumlarında –aynı Ptoleme'nin astronomi modeline yeni eğriler eklenmesinde olduğu gibi– matematik cambazlıklar "olayları kurtarmaktadır". Çağdaş fizikçiler arasında en açık sözlülerden biri olan Feynman, kuantum mekaniğinde karşılaşılan böyle bir meseleyi nasıl hallettiklerini şöyle anlatmaktadır:

> Dirac'ın teorisi, elektronun manyetik momentinin –bu küçüçük bir mıknatısın kuvveti gibi bir şeydir– büyüklüğünün, belli birimler cinsinden tam 1 olduğunu söylüyordu. Sonra 1948'de yapılan deneylerde bu sayının 1.00118'e yakın olduğu bulunmuştu. ... Fakat bu değer [teoriye göre] yapılan hesaplarda 1.00118 yerine sonsuz çıkıyordu ki bu, deneysel değere hiç uymuyordu! Sonra, kuantum teorisinde hesapların nasıl yapılacağı meselesini Julian Schwinger, Sin-Itiro Tomanaga ve ben 1948'de hallettik. Schwinger bu yeni "üç kağıt oyunuyla" ilk hesaplamayı yaptığında teorik değeri 1.00116 olarak çıkarttı ki bu sayı deneysel değere oldukça yakındı... [Feynman, 1990, s. 6-7]

Yani, eğer teoriye göre elektronun manyetik momenti sıfırla sonsuz arasında bir integrasyon ile yapıldığında sonuç belli bir sayı yerine sonsuz çıkıyorsa, yani sonuç deneysel değere uymuyorsa, o zaman integralin sınırları aşağıdan –sıfıra yakın bir sayıdan– ve yukarıdan kesilir ve hesaplar doğru çıkar. Feynman buna, yukarıda açıkça görüldüğü gibi "üç kağıtçılık" (*shell game*) diyor.

2.3 Heisenberg: Lisan ve Gerçeklik

Yirminci yüzyılın en önde gelen fizikçilerinden ve kuantum mekaniğinin kurucularından biri Werner Heisenberg'dir. Onun bilim ve gerçeklik konusundaki düşüncelerine geçmeden önce hemen belirtmemiz gerekir ki, Heisenberg klasik ve modern felsefeyi iyi bilen ender fizikçilerden biriydi. Eski Yunan felsefecilerinden Kant'a, mantıkçı pozitivistlerden Wittgenstein'a kadar geniş bir felsefi perspektife sahip olduğunu *Physics and Philosophy* (Fizik ve Felsefe) isimli eserinden görmek mümkündür. Bu hatırlatmadan sonra Heisenberg'in bilim ve gerçeklik konusundaki düşüncelerine geçebiliriz.

Heisenberg, atom altı olaylar üzerine yapılan deneylerde elde edilen sonuçları Bohr'la nasıl uzun uzun tartıştıklarını bu kitabında anlatmaktadır. Bu müzakerelerin sonundaki duygu ve düşünceleriyle ilgili olarak şunları söylemektedir:

> Bohr'la yaptığımız ve gece geç saatlere kadar süren, sonunda ümitsizlikle biten tartışmaları hatırlıyorum. Bu tartışmaların sonunda yürüyüş için yakındaki bir parka gittiğimde, kendime tekrar tekrar şu soruyu sorduğumu da: Tabiat, atomik deneylerde göründüğü gibi saçma olabilir mi? [Heisenberg, 1971, s. 43]

Görüldüğü gibi, Aristo'nun formüle ettiği temel kavramlar üzerine kurulmuş bir fizik lisanı çerçevesinde olaylara bakan Heisenberg'in de, geldiği yerde karşılaştığı soru tabiatın saçma (*absurd*) olup olmadığı sorusudur. Bu meselenin çözümü için takip ettikleri yolu da şöyle ifade ediyor:

> Nihai çözüme iki farklı yoldan yaklaşıldı. Biri, soruyu tersine çevirmekti. Verilmiş deneysel sonuçlar bilinen matematik yapılar çerçevesinde nasıl ifade edilebilir? Öteki soru da şöyle vaz edildi: Acaba, tabiatta sadece, eldeki matematik yapılar içinde ifade edilen deneysel durumların ortaya çıktığı mı doğrudur? [Heisenberg, 1971, s. 43]

Yani düşünülen çözümlerden biri, bilinen matematik yapılar çerçevesinde, deneylerin anlamlı bir şekilde nasıl ifade edilebileceğini bir kenara bırakıp, "Tabiatta sadece, bilinen matematiksel

yapılar içinde ifade edilen deneysel durumlar mı olmaktadır?" sorusunu sormak. Aslında Heisenberg'in iki sorusu da, meselenin çözümünü, bilinen matematik yapılar ve kavramlar çerçevesine hapsetmek oluyordu.

Ayrıca bunu kabul etmek, Newton'dan beri tartışmasız kabul edilmiş bazı fizik kavramlarının kullanım alanının daraltılmasını gerektiriyordu. Atom altı dünyasında, Newton mekaniğinde olduğu gibi, bir elektronun hızından ve pozisyonundan bahsedebilirdiniz, fakat aynı anda her ikisini istenilen hassasiyette ölçemiyordunuz. Heisenberg burada, eski kavramların tabiata ancak hassas olmayan, kaba bir şekilde uyduğunu idrak ettiğini söylemektedir. Öteki çözüm ise dalga-parçacık ikiliğini kabul etmekti:

> Öteki yaklaşım ise Bohr'un tamamlayıcılık [*complementarity*] kavramıydı. Schrödinger, atomu çekirdek ve elektronlardan meydana gelen bir sistem olarak değil, bir çekirdek ve madde dalgaları olarak tarif etmişti. Onun madde dalgaları modelinin doğru bir tarafı vardı. Bohr, bu iki modeli –parçacık modeli ve dalga modelini– aynı gerçekliğin birbirini tamamlayan iki tasviri olarak düşünüyordu. İki tasvir de sadece kısmen doğru olabilir. Parçacık kavramının da dalga kavramının da kullanımı sınırlandırılmalıdır, yoksa çelişkilerden kurtulamayız. Belirsizlik bağıntıları ile ifade edilebilen bu sınırlamalar hesaba alındığında çelişkiler ortadan kalkmaktadır. [Heisenberg, 1971, s. 44]

Bu görüş 1927 yılından beri kuantum mekaniğinde birçok fizikçi tarafından kabul edilmektedir. Fakat, burada şu soru zihninize takılabilir: Heisenberg de dahil bu fizikçiler dalga ve parçacık kavramlarının kullanımına sınır çizildiği sürece bunların birbiriyle tutarlı olduğunu söylemektense, bu iki kavram yerine çelişkiyi ortadan kaldırabilecek bir kavram getirmeyi düşündüler mi acaba? İleride göreceğimiz gibi bazı meşhur fizikçiler bunu yapmaya çalıştılar, fakat başaramadılar, çünkü bu iş, hem dalga hem de parçacık kavramı için geliştirilmiş geniş bir matematik yapılar külliyatını bir kenara bırakıp, yeni matematik yapılar icad etmeyi gerektiriyordu. Buradan da görüyoruz ki, matematik yapılar fiziğe ifade gücü kazandırabildiği gibi, yapıların kendisinden kaynaklanan sınırlamaları da beraberinde getirebilmektedir. Heisenberg fizikle mevcut matematik külliyatı arasındaki ilişkiyi şu şekilde ifade ediyor:

> Fizikçiler şimdi bütün elementer parçacıkların ve bunların özelliklerinin matematiksel olarak türetilebileceği temel bir madde hareket kanunu bulmaya çalışmaktadırlar. [Heisenberg, 1971, s. 60]

Fakat, aradan geçen zaman içinde hâlâ elementer parçacıkların kütlelerinin ve öteki kuantum özelliklerinin matematiksel olarak türetilebileceği hiçbir formül bulunamamıştır. İşte bu yüzden son onbeş yılda, giderek artan sayıda fizikçi yeni kavramlar ve yeni matematik yapılar kullanarak bu meseleyi çözmeye çalışmaktadır. Ancak, bu kavramların ve matematik yapıların ne kadar "yeni" olduğu ayrı bir soru olarak kalmaktadır.

Heisenberg kuantum fiziğindeki kavramsal çelişkinin çözümünü Heraklit'in "oluş" kavramında ve zıtların birliği prensibinde görmektedir:

> Burada şunu söyleyebiliriz ki modern fizik bir bakıma Heraklit'in doktrinlerine çok yakındır. [Heisenberg, 1971, s. 61]

Heraklit'in "ateş" kavramı ile fizikteki enerji kavramı arasında da benzerlik kurarak, enerji ile madde arasındaki dönüşümleri bu felsefecinin "oluş" kavramına kadar dayandırmaktadır. Heisenberg kitabının bu bölümünde eski Yunan felsefecileri Lösipus (*Leucippus*), Demokrit (*Democritus*), Aristo (*Aristoteles*), Tales (*Thales*), Anaksimander (*Anaximander*), Anaksimen (*Anaximenes*), Heraklit (*Heraclitus*), Parmenides, Empedokles (*Empedocles*), Eflatun (*Plato*) ve Pisagor'un (*Pythagoras*) konuyla ilgili felsefi görüşlerinden bahsediyor.[11]

Heisenberg, bu bölümün sonunda modern bilimle Yunan felsefesi arasında çok önemli bir fark bulunduğuna dikkat çekiyor:

> Modern bilimle Yunan felsfesi arasında çok büyük bir fark vardır, ve bu [fark] modern bilimin deneyci yaklaşımıdır. Galile ve Newton zamanından beri modern bilim, tabiatı tafsilatlı bir şekilde incelemek ve sadece deneylerle sağlanmış veya en azından sağlanabilecek hükümler öne sürmek postülası üzerine kurulmuştur. [Heisenberg, 1971, s. 70]

Fakat, Heisenberg, modern bilimin deneyci geleneğini Galileo ve Newton'a dayandırıyor ve burada deneysel metodun özellikle

11 Heisenberg, 1971, s. 58-70.

fizik ve kimyaya müslüman bilim adamları tarafından getirildiğinden habersiz görünüyor.[12] Avrupalı bilim adamlarının çoğu nedense müslümanların modern bilimin doğuşuna yaptıkları hizmetleri –Harezmi tarafından cebirin icadını ve İbn Heysem'in fiziğe, Cabir b. Hayyan, Razi ve İbni Sina gibi müslüman bilginlerin kimya bilimine deneysel araştırma metotlarını getirdiklerini– tanımak istememişlerdir.

Heisenberg daha sonra İtalyan Rönesansı ile başlayan ve Dekart (*Descartes*) ile gelişen felsefi düşüncelere geçerek, Eflatun'dan sonra iki bin yıl süren içe dönük felsefi geleneğin nasıl değiştiğini anlatıyor. Dekart'ın, bilimsel düşüncenin gelişmesinde yeri olan en önemli fikirlerinin *Discourse on Method* (Metot Üzerine Düşünceler) kitabında toplandığını belirtiyor ve onun, şüphe ve mantıksal düşünceye dayanarak felsefi düşünce için tamamen yeni ve sağlam temeller bulmaya çalıştığını söylüyor. Dekart'ın metodik şüpheyle önce nasslar ve duyularla gelen bilgileri esas kabul etmeyip, düşünerek kendi varlığını kendisine kabul ettirdikten sonra, Tanrı'nın varlığını kendi varlığından, dünyanın varlığını da Tanrı'nın adil olmasından çıkardığını hatırlatıyor. Bu şekilde Dekart'ın Eski Yunan felsefecilerinden nasıl ayrıldığını açıklıyor:

> Dekart felsefesinin temeli Eski Yunan felsefecilerininkinden tamamen farklıdır. [Dekart'ta] başlangıç noktası temel bir prensip veya cevher değil, fakat temel bilgiye erişme çabasıdır. [Heisenberg, 1971, s. 72]

Fakat, burada Heisenberg'in de dikkatinden kaçan husus Dekart'ın, en güvenilir saydığı argümanlarını eski Yunan düşüncesinin en temel kavramlarından "varlık" kavramına dayandırmasıdır.

Heisenberg, Eflatun ile başlayan fakat Dekart'ın getirdiği bölünmeyle derinleşen zihin-madde veya nefs-beden ikiliğinin daha sonra tabii bilimleri etkilediğini söylüyor. Bu çerçevede, Newton mekaniği ve klasik fiziğin diğer kısımlarının bu bölünmeden hareketle, Tanrı'dan ve kendimizden bahsetmeden dünyanın tasvir edilebileceği kabulü üzerine geliştiğini ve bu görüşün genel olarak tabii bilimler için bir esas haline geldiğini söylüyor:

12 Müslümanların tıb, fizik ve kimyaya deneysel metodu getirdiği konusunda bakınız: Huff (1993), s. 209; Leicester (1956), s. 16-83].

> Newton mekaniği ve klasik fiziğin diğer bütün kısımları, Tanrı'dan veya kendimizden bahsetmeden dünyanın tasvir edilebileceği kabulünden başlayan model üzerine kurulmuştur. Bu imkan kısa zamanda, genel olarak bütün tabii bilimler için gerekli bir şart olarak görüldü. [Heisenberg, 1971, s. 74-75]

Fakat bu durumun kuantum teorisiyle biraz değiştiğini belirterek devam ediyor:

> Durum bu noktada kuantum teorisiyle bir dereceye kadar değişti. Şimdi artık Dekart'ın felsefi sistemi ile modern fizikteki kendi durumumuzu karşılaştırmaya gelebiliriz. ... Tabiat bilimi artık sadece tabiatı tasvir etmek ve açıklamakla kalmaz, kendimizle tabiat arasındaki etkileşimin de bir parçasıdır; tabiatı, araştırma metodumuza maruz kaldığı şekliyle tasvir eder. [Heisenberg, 1971, s. 75]

Kartezyen bölünmenin üç yüzyıl boyunca insan zihnini derinden etkilediğini ve gerçeklik meselesine bakışın değişmesinin uzun zaman alacağını ifade ediyor:

> Kartezyen bölünme ... Dekart'tan sonra üç yüzyıl insan zihnine derinlemesine yerleşmiştir ve gerçeklik meselesine, sahiden farklı bir yaklaşım ile değiştirilmesi uzun zaman alacaktır. [Heisenberg, 1971, s. 75].

Heisenberg, ampirisist felsefenin bütün bilgiyi tecrübelere dayandıran tezinin, sonunda tabiat hakkındaki her hükmün mantıksal olarak açıklığa kavuşturulmasıyla ilgili bir temel kabule (*postulate*) götüreceğini söylüyor. Böyle bir temel kabulün klasik fizik döneminde geçerli gibi görünmüş olsa da, kuantum teorisi için geçerli olmadığının anlaşıldığını ifade ediyor. Bir elektronun "pozisyonu" ve "hızı" terimlerinin Newton mekaniğinin matematiksel çerçevesine göre mükemmel tarif edilebilir görünmesine karşılık, kuantum mekaniğindeki belirsizlik ilişkilerinden görüldüğü gibi bu terimlerin tam tarif edilemediğini söylüyor. Heisenberg buradan, kavramların uygulanabilirlik sınırları ile ilgili bazı sonuçlar çıkartmaktadır:

> Bu da göstermektedir ki, tabiatın bize uzak kalmış kısımları hakkındaki bilgimizin genişlemesiyle, bazı kavramların kullanımına hangi kısıtlamaların konacağını asla önceden bilemeyiz. [Heisenberg, 1971, s. 78]

Heisenberg daha sonra Kant'ın sentetik (deneye dayanan) ve analitik (deneyden önce kabul edilen) önermelerle ilgili kategorilerini tartışıyor. Onun uzay ve zaman hakkındaki görüşlerini ele alıyor. Kant'a göre uzay ve zaman, saf sezginin deney öncesi formlarıdır (*a priori of pure intuition*). Uzayla ilgili olarak Kant'ın bazı metafizik argümanlarını şöyle sıralıyor [Heisenberg, 1971, s. 80]:

- Uzay ampirik bir kavram değildir,
- Uzay a priori olarak zorunlu bir temsildir (gösterimdir),
- Uzay nesnelerin ilişkilerine göre düşünülmüş genel bir kavram değildir, çünkü sadece bir uzay vardır,
- Uzay sonsuz bir büyüklük olarak gösterilir.

Heisenberg, fizikle alakalı olarak Kant'ın uzay ve zamanla birlikte "cevher" (*essence*) kavramını ve sebeplilik prensibini de deney öncesi (*a priori*) olarak kabul ettiğini belirtiyor. Burada görüldüğü gibi, Kant'ın uzay ve zaman kavramıyla Aristo'nun uzay ve zaman kavramları arasında belli bir fark bulunmamaktadır.[13] Hatta, bazı temel özellikleri açısından, aynı uzay ve zaman kavramları fizikte –genel relativite ve kuantum mekaniğinde– halen kullanılmaya devam etmektedir.

Heisenberg daha ilerde, Wittgenstein'ın *Tractatus*'unda öngördüğü, olguları (*facts*) esas alan bir dünya anlayışı ile karşımıza çıkıyor:

> Dünya böylece, farklı türden bağlantıların değiştiği veya çakıştığı veya birleşerek bütünün dokusunu belirlediği karmaşık bir olaylar dokusu olarak görünmektedir. ... Fakat bu şekilde tam bir açıklığa sahip olsak bile bu kavramlar dizisinin gerçekliği tasvir ettiği bilinemez. [Heisenberg, 1971, s. 96]

Ancak, sözünün son cümlesinde görüldüğü gibi, *Tractatus*'taki olgu esaslı dünya anlayışı da gene, olguların tasvirinde kullanılan kavramların gerçekliği hangi hassasiyetle tasvir edebileceği sorusuna takılmaktadır. Bizce burada önemli olan husus Heisenberg'in, dünyayı ne şekilde tasvir edersek edelim –olgular, olaylar, bağıntılar, vs.– sonunda bunları bir kavramlar örgüsü ile tasvir etmek zorunluluğunu ifade etmiş olmasıdır.

13 Aristo'nun uzay ve zamanla ilgili kavramları Bölüm 4'te anlatılmaktadır.

Heisenberg, bazı ifadelerin doğru veya yanlış olmasından önce ne manaya geldiğinin bile tesbit edilmesindeki zorluklara işaret ediyor ve örnek olarak "zaman yaratılmıştır" ifadesini gösteriyor:

> Bu yüzden, "zaman yaratılmıştır" ifadesinden ne kastedildiğini rasyonel terimlerle tarif etmek mümkün değildir. Bu durum gene bize, modern fizikten aldığımız ve çokça konuşulan bir dersi hatırlatmaktadır: Her kelime veya kavram, bize açık görünse bile, sadece sınırlı bir uygulama alanına sahiptir. [Heisenberg, 1971, s. 111]

Ve kavramların kullanım sınırları olması gerektiğinin altını çiziyor. Fakat biz, Heisenberg ve Wittgenstein'den farklı olarak, gerçekliği doğru olarak anlayıp ifade edilebileceğimiz bir kavram sistemi bulunması gerektiğine inanıyoruz. Bu konuya ilerde tekrar döneceğiz ama şimdi Heisenberg'le devam edelim:

> [Fizikçi] Bohr, parçacıkların, Newton mekaniğindeki nokta-kütleler gibi "objektif olarak gerçek" yapılar olduğunu düşünüyor. Onun yorumuna göre konfigürasyon uzayındaki dalgalar da, elektrik alanları gibi "objektif olarak gerçek"tir. [Heisenberg, 1971, s. 116]

Buradaki kavramsal bağlara dikkat edelim: Parçacıklar (*particles*), noktasal kütle (*point mass*), dalga (*wave*), alan (*field*) ve objektif gerçek (*objectively real*). Dikkat edilirse bu kavramlardan ilk dördü uzay ve zamanın yapısı üzerine bazı temel kabullere –mesela uzay ve zamanın sürekliliği ve sonsuz bölünebilirliğine– dayanmaktadır. Fizik teorilerinin kavramlarının gerçeklikle ilgili ifadelerde kullanılmasından önce, bu teorilerin dayandığı zaman ve mekan anlayışının geçerli olup olmadığı tartışılmalıdır.

Heisenberg, (Wittgenstein gibi) tabii lisanın önemini açık bir şekilde gözler önüne sermektedir:

> Bilimsel olsun veya olmasın her türlü idrak, düşüncelerimizin iletim ortamı olan lisanımıza bağlıdır. Her olayın, deneylerin ve bunların sonuçlarının tasviri, tek iletişim aracı olan lisana dayanır. [Heisenberg, 1971, s. 127]

Burada da şu soru karşımıza çıkıyor: "Tabii lisan" dediğimiz nedir? Bunun kavramları nasıl oluşmuştur? Bu lisan kültürden bağımsız mıdır? Yoksa değişik kültürlerin kendilerine has tabii li-

sanları mı vardır? Eğer ikinci sorunun cevabı "evet" ise, acaba bütün kültürlerin lisanlarının ortak olduğu bir alt lisan var mıdır?

Heisenberg, relativite teorisinin Newton mekaniğinin uzay-zaman kavramını nasıl değiştirdiğini anlatıyor ve "uzaktan etki" yerine "noktadan noktaya etki" kavramını getirdiğini söylüyor. Bu kavram için en uygun yapının da, diferansiyel denklemler olduğunu ifade ediyor:

> Bu tür hareketler için en tabii matematik ifadeler, dalga veya alanlar için Lorenz dönüşümüne göre değişmez [*invariant*] olan diferansiyel denklemlerdir. Böyle diferansiyel denklemler, "eş zamanlı" [*simultaneous*] olaylar arasında doğrudan hiçbir etkiyi kabul etmez. [Heisenberg, 1971, s. 140-141]

Relativite teorisi bu şekilde sınırsız kesinlikte hesaplamaya imkan veren bir yapıya kavuşmuş oluyordu. Öte yandan, kuantum teorisindeki belirsizlik prensibi, eşzamanlı (*simultaneous*) olarak pozisyon ve momentin –veya zaman ve enerjinin– hassas olarak ölçülebilmesine bir sınır koymaktaydı. Bu ise, relativite ve kuantum teorilerinin birleştirilmesinde matematik çelişkilere yol açacaktı:

> Bu yüzden özel relativite ve kuantum teorisinin gerektirdiklerini bir arada sağlamaya çalışacak her teori matematik tutarsızlıklara, yani çok yüksek enerji ve momentumlarda sapmalara yol açacaktır. [Heisenberg, 1971, s. 141]

Yıllar sonra, kuantum mekaniği ile genel relativite teorisinin birleştirilmesindeki en büyük engellerden birinin uzay ve zamanla ilgili olarak her iki teoride de kullanılan kavramlar olduğu ortaya çıkmış bulunmaktadır. Bu konuya Bölüm 5'de tekrar döneceğiz. Heisenberg devam ederek, ışık hızı sabitinin relativite teorisinde uzay ve zaman arasındaki bağıntıyı belirlediğini söylüyor:

> Relativite teorisi evrensel bir tabiat sabitiyle bağlantılıdır: Işığın hızı. Bu sabit, uzay ve zaman arasındaki bağıntıyı tayin eder ve Lorenz değişmezliğinin gereklerini sağlamak zorundaki bütün tabiat yasaları içinde gizlice yer alır. [Heisenberg, 1971, s. 142]

Işık hızı sabiti, relativite teorisinde uzay ve zamanın yapısını tayin etmektedir. Buna karşılık kuantum teorisi de başka bir tabiat sabiti ile bağımlıdır, Planck sabiti:

> Kuantum teorisi de başka bir evrensel tabiat sabiti ile bağlantılıdır: Planck sabiti. Uzay ve zaman içinde, Planck sabitinin ihmal edilecek kadar küçük sayılacağı nisbeten büyük ölçeklerde, olaylar objektif olarak tasvir edilebilir. Deneylerimiz, kuantum etkisinin hesaba katılması gerektiği alanlara yaklaştığında, ... bildiğimiz kavramları kullanmaya devam ettiğimiz takdirde birçok güçlüklerle karşılaşırız. [Heisenberg, 1971, s. 142-143]

Heisenberg, kitabının onuncu bölümünde fizikte lisan ve gerçeklik konusuna gelerek, yeni fizikle birlikte gelen durumun ifadesinde mevcut matematik lisanın yetersiz kaldığına işaret ediyor:

> Bu, aynı zamanda belki şu demektir: Yeni durum hakkında konuşabileceğimiz doğru bir lisanı henüz bulmuş değiliz. Yeni buluşların heyecanı içinde olarak şurada burada yayınlanan yanlış ifadeler birçok yanlış anlamalara sebep olmuştur. Bu gerçekten de temel bir problemdir. ... Bilimsel açıklama süreçleri içinde ortaya çıkan ilk lisan, çoğunlukla teorik fizikte deneylerin sonuçlarını öngörmeyi sağlayan matematik bir lisandır. [Heisenberg, 1971, s. 145]

Fizikçilerin birçok hesaplamayı yapmalarına imkan veren matematiğin dili ile gündelik lisan arasında geçişin sağlanmasının da fizikçilerin görevi olduğunu belirtiyor:

> Fizikçi ... kendi çıkardığı sonuçları fizikçi olmayan kişilere de anlatmak zorundadır, aksi halde, herkesin anlayacağı tabii lisanda bazı açıklamalar verilmediği takdirde onları ikna etmek mümkün olmaz. [Heisenberg, 1971, s. 145-146]

Heisenberg daha sonra Sokrat'tan Aristo'ya kadar, lisanda kavramların kullanım sınırları konusundaki yaklaşımlara ve Aristo'nun mantığı sistemleştirmek suretiyle lisana kazandırdığı kesinliğe dikkat çekiyor. Aristo'nun formel hale getirdiği mantığın bilimsel bir lisanın gelişmesine yol açtığına işaret ediyor. Fakat, öte yandan da mantığın lisana getirdiği kısıtlamalardan bahsediyor:

> Diğer taraftan, lisanın mantıki analizi de aşırı basitleştirme tehlikesini getirir. Mantık, dikkatimizi, öncüllerle çıkarımlar ve basit düşünme şekilleri gibi çok özel gramer yapıları üzerinde toplar, lisandaki diğer bütün yapılar [mantıkta] ihmal edilir. [Heisenberg, 1971, s. 147]

Heisenberg matematiğin teorik fizikteki çalışmalarda nasıl kullanıldığını özetlerken, matematik sembollerle fiziğin hipotezleri, gözlemler ve ölçmeler arasındaki ve bunlarla da gündelik lisan arasındaki münasebetlere işaret ederek devam ediyor:

> İşte, tabiat kanunlarının gündelik lisan içinde ifade edilmesine imkan veren bu münasebetlerdir, çünkü hareket ve gözlemlerden ibaret olan deneylerimiz her zaman gündelik lisanda anlatılabilir. [Heisenberg, 1971, s. 149]

Buradan, bilimin gelişmesiyle lisanın da geliştiğini söylüyor, örnek olarak da "enerji", "elektrik" ve "entropi" gibi terimlerin lisana girdiğine işaret ediyor. Böylece de bilim lisanının gündelik lisanın tabii bir uzantısı halinde geliştiğini ifade ediyor, fakat kuantum teorisiyle birlikte, lisanla bilim dili arasındaki düzenli geçişin bozulduğunu itiraf ediyor. Heisenberg burada çözümü, relativite teorisinin kavramlarının kabul edilmesinde olduğu gibi, gündelik lisanın kendisini bu yeni duruma ayarlamasının beklenmesinde görüyor. Genel relativite teorisinin, Öklid geometrisi dışındaki Riemann ve Lobachevski geometrilerini kullanmasının, bazı felsefecilerin tenkidlerine maruz kaldığını, fakat aslında bu geometrilerin de Öklid geometrisine dayandığını ifade ederek bu tenkidlerin ciddiye alınamayacağını ifade ediyor.[14]

Kuantum teorisinde ise meselenin, Bohr tarafından ortaya atılmış olan tamamlayıcılık (*complementarity*) kavramı çerçevesinde, belirsizlik prensibine uygun olarak klasik kavramların kullanımlarına sınırlama getirilmesiyle çözülebileceğini söylüyor. Buna göre, mesela elektron yörüngesi, madde dalgaları, elektriksel yük yoğunluğu ve momentumdan bahsederken bu kavramların sınırlı bir uygulama alanı olduğunun kabul edilmesi gerektiğini ifade ediyor. Heisenberg daha sonra bu konuyla ilgili olarak Weizsäcker'in "lisan seviyeleri" ve "doğruluk dereceleri" kavramlarıyla öne sürdüğü çözümleri tartışıyor.[15]

14 Heisenberg'in bu tesbiti gayet yerindedir, çünkü diğer iki geometri de Öklid geometrisinin temel kavramlarını kullandığı gibi, her ikisi de Öklid'in beş postulasının dördünü aynen kullanmaktadır.

15 Bakınız: Heisenberg, 1971, s. 157.

Sonuçta Heisenberg çözüm olarak, atomik parçacıklardan bahsedildiği zaman, ya tamamen matematik yapıların kullanılmasını veya bu yapıların belirsizliği de ihtiva eden değişik bir mantıkla bütünleşmiş bir lisanla birleştirilmesini teklif ediyor. Heisenberg'den sonra 1960'larda Lütfi Asker Zade tarafından geliştirilmiş bulanık mantığın (*fuzzy logic*) lisana girmeye başladığını görüyoruz, fakat bunun da tek başına bu kavramsal meseleleri çözmeye yeterli olmadığını söyleyebiliriz.

Herşeye rağmen Heisenberg, sonuçta kavramları ne kadar muğlak olursa olsun bilginin gelişmesinde tabii lisanın, kavramları kesin olan matematik lisanınkinden daha önemli bir rol oynadığını söylüyor:

> Dahası, modern fiziğin gelişmesinin ve analizinin en önemli hususiyetlerinden biri, kavramları kesin tarif edilmemiş olsa da bilginin gelişmesinde tabii lisanın kavramlarının, bilim lisanının bazı olaylardan idealleştirme yoluyla türetilen kesin terimlerinden daha güvenilir olduğunun anlaşılmasıdır. ... Fakat [bilim lisanında yapılan] bu idealleştirme ve kesin tarifler sürecinde gerçeklikle doğrudan bağlantı kaybolmaktadır. [Heisenberg, 1971, s. 171]

Heisenberg'in bilim lisanı ile tabii lisan arasındaki ilişkiyi ortaya koyan bu tesbiti bizce çok önemlidir. Çünkü bilim adamları tarafından lisan aracı olarak geliştirilen teorilerin temel kavramları da tabii lisana dayanmaktadır. Heisenberg, Einstein'ın teori ile lisan arasındaki çelişkiler konusundaki yaklaşımı üzerine de şu tesbiti yapmaktadır:

> Einstein, difraksiyon [ışığın saçılması] olayının, yalnız dalga modeliyle açıklanabileceğini tabii ki biliyordu. Fakat, dalga modeliyle ışık parçacığı arasındaki büyük çelişkiyi tartışabilecek durumda değildi; bu çelişkiyi ortadan kaldıracak bir çalışmaya da hiç girmedi. Sadece bu çelişkiyi, belki çok sonra anlaşılacak birşey olarak gördü. [Heisenberg, 1971, s. 36]

Son söz olarak Heisenberg önemli bir tesbitte daha bulunuyor ve bilginin sonuçta mutlaka, gerçeklikle temas halinde olduğundan emin olabileceğimiz tek merci olan tabii lisana dayandırılması gerektiğini belirtiyor:

> Biliyoruz ki, her anlayış sonunda tabii lisana dayandırılmalıdır, çünkü sadece onda gerçeklikle temas halinde olduğumuzdan emin olabiliriz. [Heisenberg, 1971, s. 172]

Fakat, biz burada bir adım daha öteye giderek, tabii lisanın kavramlarının nereden geldiğinin de araştırılması gerektiğini söylüyoruz. Böyle bir araştırma veya soruşturmanın bilim ve gerçeklik arasındaki alaka açısından son derece önemli olduğunu düşünüyoruz.

Öteki fizikçilerin gerçeklikle ilgili olarak neler söylediğine geçmeden önce, Heisenberg'in konumuzla ilgili görüşlerini şöyle özetleyebiliriz:

- Mevcut matematiksel yapılar yeni fizikte yetersiz kalmaktadır; bu yetersizliğin giderilmesi de fizikçilerin görevidir.
- Bilimin gelişmesinde tabii lisanın kavramları, matematik lisanınkilerden daha önemli rol oynamaktadır. Bilimin gelişmesiyle tabii lisan da gelişmektedir.
- Bilimsel bilginin gerçeklikle alakasının sağlanması için tabii lisana dayandırılması gerekmektedir.

2.4 Barrow: Fiziksel Gerçeklik

Modern fiziğin matematik yapısının vazgeçilmez kabul edilen kavramlarından süreklilik (*continuity*) konusunda en açık değerlendirmeleri J. D. Barrow'un *Theories of Everything* (Herşeyin Teorileri) isimli kitabında bulmak mümkündür:

> Fiziki dünyanın en temel tasvirleri, esas unsurların –alanlar, uzay ve zaman– kesikli parçalardan değil, sürekli varlıklardan meydana geldiğini kabulü üzerine kurulmaktadır. Kesiklilik-süreklilik meselesi tabiat felsefesinde [fizikte] eski bir tartışma konusudur ki, her alanda yeni bir elbiseyle karşımıza çıkar. Bu konuyla ilgili en önemli husus, sonsuzluk kavramını kullanan herhangi bir teorinin yapısında, süreklilik ve kesiklilik üzerine "Herşeyin Teorisini" kurmak istediğinizde, arada büyük karmaşıklık [*complexity*] farkı olmasıdır. Bunun sebebi, iki reel sayı kümesi arasındaki sürekli dönüşümlerin [*transformations*] sayısının, sürekli olmayan dönüşümlerin toplam sayısından çok daha az olmasıdır. Sürekliliğin ka-

bulü, açılımda geniş ve şaşırtıcı bir azalmaya yol açar. Bu sürekli dönüşümler, fizik kanunları dediğimiz bir dizi dönüşümü (veya "eşitlikleri") çıkarttığımız mümkün bağıntıları ihtiva ettiklerinden, süreksiz bir dünyanın potansiyel olarak sonsuz karmaşıklıkta olduğunu görürüz. Çünkü, arzu edildiğinden daha az kısıtlama ihtiva eder. Şimdiki durumda, fizikçiler simetriye olan hayranlıklarından temel fiziğin sadece sürekli modellerini araştırırlar. Bir gün belki, esasta kesikli bir dünyanın mümkün yapılarını araştırmaya geçeceklerdir. Bölüm 9'da fizikçileri bu yönde teşvik edebilecek bazı düşünceleri ele alacağız. [Barrow, 1991, s. 37]

Görüldüğü gibi Barrow burada kesikli (*discrete*) uzay ve zaman kavramına dayanan bir fiziğin, uzay ve zamanın sürekliliğine dayanan mevcut teorilerden çok daha karmaşık olacağını söylüyor. Ancak mevcut matematik sistemler, büyük ölçüde süreklilik üzerine kurulu matematik yapılarını kullanmaktadır. Bu yüzden, kesiklilik (süreksizlik) üzerine kurulu daha basit matematik "teorilerinin" geliştirilmesi gerekmektedir. Barrow da kitabının dokuzuncu bölümünde *string* teoricilerinin, esas olarak süreksizliğe dayanan yeni fizik teorilerini geliştirirken mevcut matematik yapıları kullanmaları yüzünden karşılaştıkları büyük zorlukları anlatmaktadır.[16]

Barrow kitabının son kısmında iki anlayışın karşılaştırmasını yapıyor: "Tabiat kanunları"nı esas alan ve simetri kavramına dayanan fizik anlayışı ve kuantum teorisiyle ilgili olarak ortaya atılan ve 1980'lerden beri de fizikçi Deutsch tarafından desteklenen, evrenin bir "kuantum bilgisayarı" olduğu anlayışı:

Çağdaş bilimde iki büyük düşünce akımı vardır ki, uzun süre birbirine paralel gittikleri halde, ilerde gene birleşmek üzere, birbirine zıt yollar izlemeye başlamışlardır. Hangisinin ötekini peşinden sürükleyeceğini bu birleşmenin şartları tayin edecektir. Bir tarafta, Evrenin en temel taşı olarak simetriyi gören "Tabiat kanunları" anlayışına sahip fizikçiler bulunmaktadır. [Bunlara göre] simetriler, uzay ve zamanın tasvirine, ayrılmaz bir süreklilik şeklinde gömülmüştür. Bunun karşısında, simetri yerine en temel kavram olarak, mücerret (soyut) hesaplama yer almaktadır. Gerçekliğin bu görüntüsü, mantığı, sürekli yerine kesikli olanı kullanacak temel taşı ola-

16 Bakınız: Barrow, 1991, s. 184.

rak göstermektedir. Gelecek için çözülmesi gereken büyük bilmece, hangisinin, yani simetrinin mi, yoksa hesaplamanın mı daha temel olduğuna karar vermektir. Evren kozmik bir kaleydoskop mu, kozmik bir bilgisayar, bir örgü veya program mıdır? Yoksa hiçbiri mi? Seçim, fizik kanunlarının, mücerret hesaplamanın son kapasitesini sınırlayıp sınırlamadığını bilmeyi gerektiriyor. [Barrow, 1991, s. 203]

Barrow, fizik kanunlarının mı hesaplamayı sınırlayacağını, yoksa hesaplama süreçlerinin mi hangi fizik kanunlarının mümkün olduğunu tayin edeceği anlaşılmadan önce tedbirli olmak gerektiğini söylüyor. Tarih içinde kozmolojik teorilerin, çağın teknolojilerine bağlı olarak nasıl değişip geliştiğine işaret ederek meselenin tarihi boyutunu hatırlatıyor:

Düşünce tarihi boyunca Evren'in açıklaması için hakim tasavvurlar [*paradigms*] olagelmiştir. Bu tasavvurlar bize Evren hakkında genellikle çok az şey, fakat bunlar üzerinde tartışan toplumlar hakkında çok şey söylerler. İlk sistematik çalışmalar sonunda, dünya hakkında teleolojik [gayeye yönelik] bir bakış açısı geliştirmiş olan Eski Yunanlılara göre dünya büyük bir organizmadır. Geometriyi her türlü düşüncenin üstüne çıkaran kimseler için Evren mükemmel şekillerin geometrik bir manzumesiydi. Daha sonra, ilk saat ve sarkaç mekanizmaları imal edildiğinde, Newton-sonrası Evren anlayışı, bir mekanizmanın açılması gibi, binlerce gemiyle kozmik saatçi arayışına çıktı. Kraliçe Viktorya dönemindeki sanayi devriminde, revaçta olan tasavvur buhar makinasıydı. Termodinamiğin yasaları ve Evrenin nihai kaderi üzerine ortaya atılan fiziki ve felsefi sorular makinalar çağının damgasını taşımaktadır. Bugün de, Evrenin belki de bir bilgisayar olduğu düşüncesi, bu düşünce alışkanlığımızın en son ürünüdür. Yarın başka bir tasavvur ortaya çıkabilir. Bu ne olabilir? Hesaplamanın temelinde matematik ve mantık olduğu gibi, acaba mantığın da temelinde, daha derin ve basit bir kavram var mıdır? [Barrow, 1991, s. 204]

Özet olarak ifade edecek olursak Barrow bu kitabında geleceğin "herşeyin teorisi" için açık bir şekilde iki farklı yaklaşım tesbit ediyor: Birincisi mücerret (soyut) bir simetri kavramına, öteki ise gene mücerret bir hesaplama (*computation*) kavramına dayanıyor.

Simetriye dayanan şimdiki standart bilim anlayışı, uzay ve za-

manın sürekliliği hipotezi üzerinde geliştirilmiştir, fakat aslında simetri, süreksiz bir uzay-zaman yapısı üzerine kurulamaz şeklinde mantıki bir sınırlama bulunmamaktadır. Öte yandan, bilgisayarlı yaklaşımın kesikli büyüklükler üzerine kurulduğu farzediliyorsa, mevcut kuantum teorileri kesikli bir uzay-zamanla uyumlu olmadığına göre bilgisayarlı yaklaşım bu teorileri nasıl temsil edecektir?

Bize öyle geliyor ki simetri ve hesaplama kavramlarının ikisi de temel fiziksel kavramlardır ve gelecekte de böyle kalmaya devam edeceklerdir. Dahası, geleceğin fiziği *bilgi* ve *düzenlilik* kavramlarını da içine alacaktır ve böylece *simetri* ile *düzenlilik* ve *bilgi* ile *hesaplama* birbirine çok sıkı bağlı kavramlar olacaktır. Turing'in modeline dayanan hesaplama teorileri –bilgiyi hesaplamanın ayrı bir fonksiyonu olarak görmedikleri için– yetersiz kalacaktır.

2.5 Deutsch: Paralel Dünyalar ve Gerçekliğin Dokusu

Son yıllarda gerçeklik meselesiyle ilgilenen çağdaş kuantum fizikçilerinden biri de David Deutsch'tur. Deutsch, 80'li yıllarda "kuantum bilgisayarı" kavramını ilk ortaya atan ve sonra da bunu geliştiren fizikçilerden biridir.[17] Royal Society üyesi bu fizikçi, ilk felsefi eseri *The Fabric of Reality* (Gerçekliğin Dokusu) kitabında gerçeklik kavramıyla ilgili görüşlerini ortaya koymaktadır. Bu meselenin çözümünü, eninde sonunda gündelik lisanda gören meslekdaşı Heisenberg'in aksine Deutsch, kuantum teorisinin "çoklu dünyalar" yorumundan işe başlamaktadır.

Deutsch kitabında, "gerçekliğin dokusunun" parçacık fizikçilerinin kurmaya çalıştığı "herşeyin teorisi" (*theory of everything*) gibi teorilerle değil, merkezinde kuantum teorisi olan ve evrim teorisi, epistemoloji ve hesaplama teorisinin oluşturduğu dört kollu bir yaklaşımla anlaşılabileceğini öne sürüyor.[18] Burada dört "teoriyi" şöyle tanımlıyor: Evrim teorisi öncelikle canlı organizmaların oluşmasını, epistemoloji bilginin kaynağı ve güvenirliliğiyle ilgili meseleleri, hesaplama teorisi de bilgisayarlarla nelerin hesaplanıp nelerin hesaplanamayacağını ele almaktadır. Deutsch, "gerçekliğin dokusunun" bu dört kollu yaklaşımın en

17 Bakınız: Deutsch, 1985.

18 Bakınız: Deutsch, 1997, s. 18.

önemli kolu olan kuantum fiziğinden başlamak üzere nasıl anlaşılacağını kitabında açıklamaya çalışmaktadır. Kuantum fiziğinin çoklu evrenler yorumunu benimseyen yazar bütün fiziksel gerçekliğin, çok sayıda (en az 10^{12} kadar) paralel evreni içerdiğini kabul etmektedir.[19] Deutsch, asıl "Herşeyin Teorisi"nin ancak bu dört kollu yaklaşımla kurulabileceğini öne sürmektedir. Fizikçilerin halen peşinde koştukları "herşeyin teorisi" ise Deutsch'un düşüncesindeki "gerçek Herşeyin Teorisi"nin sadece küçük bir kısmını oluşturacaktır:

> Fakat, öngörü açıklama değildir. Geliştirilmesi ümit edilen "herşeyin teorisi", bir başlangıç durumu teorisiyle birleştirilmiş haliyle bile, gerçek Herşeyin Teorisi'nin sadece küçük bir kısmını sağlayabilecektir. Herşeyi (prensip olarak) öngörebilir. Fakat, birkaç tabiat olayı hariç, mevcut teorilerin açıkladığından çok fazlasını açıklaması beklenemez. [Deutsch, 1997, s. 19]

Birazdan, Deutsch'un anladığı manada "gerçek Herşeyin Teorisi"nin neden gerçekçi olamayacağını göreceğiz. Fakat önce açıklama ve öngörüler konusunda bazı şeyler söylememiz gerekiyor. Teorik öngörülerle açıklamalar arasında gramer bakımından pek az fark vardır. Eğer bir olay bir teorinin konusuna girdiği halde o teoriyi kullanan bilim adamları tarafından açıklanamıyorsa –mesela Newton mekaniğine göre yapılan gözlemlerde Merkür'ün yörüngesindeki sapma– böyle bir durumda bilim adamları teorinin yetersizliğine karar verir. Teorinin yetersizliği, ya teoriye yeni ve tutarlı hipotezler eklemek ya da teorinin kavramsal yapısını yenilemek suretiyle giderilebilir. Ancak, yeterli sayılan bir teori için bile ne öngörüler ne de açıklamalar bu teoriyi kullanarak gerçekliğin anlaşılacağını garanti edebilir. Eğer gerçeklik bir bütün kabul edilirse, o zaman onun ancak tek ve eşsiz bir kavram dizisi ve tek bir gramer içinde ifade edilebileceği de kabul edilmelidir.

Deutsch, "gerçekliğin dokusunun" sadece fiziksel birtakım unsurlardan ibaret olmadığını söylüyor:

> Gerçekliğin dokusu, sadece uzay, zaman ve atom altı parçacıklar gibi indirgemeci unsurlardan ibaret değildir. Aynı zamanda, hayat, düşünce, hesaplama ve bu açıklamaların atıf yaptığı öteki şey-

19 Bakınız: Deutsch, 1997, s. 54.

lerdir de. Bir teoriyi daha temel ve daha az türetilir yapan şey, onun, fiziğin öngörücü temeline yakınlığı değil, en derin açıklayıcı teorilerilerimize yakınlığıdır. [Deutsch, 1997, s. 28]

Ve tek başına bir fizik teorisinin bunu ifade etmeye yetmeyeceğini belirterek devam ediyor:

Dediğim gibi, kuantum teorisi bu teorilerden [sadece] biridir. Fakat, gerçekliğin dokusunu anlamaya çalıştığımız öteki üç ana açıklama kolu da, kuantum fiziğine göre hep "üst seviye"dir. Bunlar, evrim teorisi (öncelikle canlı organizmaların evrimi), epistemoloji (bilgi teorisi) ve hesaplama teorisidir (ki bu da, bilgisayarlarla ve prensip olarak bilgisayarların neyi hesaplayabileceği ile ilgilidir). [Deutsch, 1997, s. 28]

Daha sonra da kuantum mekaniğinden başlamak üzere bu teorileri anlatmaya geçiyor. İlk olarak, kitabının kuantum mekaniği ile ilgili kısmında şunları söylüyor:

Mesafe gibi (mesela iki atom arasındaki) miktarlar için bile, mümkün değerlerin sürekli aralığı düşüncesi sadece bir idealleştirmedir. Fizikte ölçülebilen sürekli miktarlar [büyüklükler] yoktur. Kuantum fiziğinde birçok yeni etkiler vardır ki, göreceğimiz gibi, kadarlılık [*quantization*] bunların içinde en masumudur. Fakat [kadarlılık] bir açıdan ötekilerin hepsi için de bir anahtardır, çünkü eğer herşey kadarlı ise, bir miktar, bir değerden ötekine nasıl değişir? Bir nesne, yolu üzerinde sürekli bir dizi ara yerler olmazsa, bir yerden ötekine nasıl geçebilir? Bunun nasıl olacağını Bölüm 9'da açıklayacağım. [Deutsch, 1997, s. 36]

Deutsch burada kitabının belki de en önemli sorularını sormaktadır, fakat ne yazık ki, iddia ettiği gibi Bölüm 9'da bu soruların cevaplarını vermemektedir. Yukarıda gördüğümüz gibi Barrow [1991, s. 37] süreksizlik meselesi üzerinde daha fazla şeyler söylemektedir.

Deutsch, çift yarık deneyinde fotonların davranışını kuantum mekaniğinin çoklu dünyalar yorumuna göre "gölge" fotonlarla açıklamaktadır:

İşte böylece, ekranda yaklaşık 10^{12} (bir trilyon) mümkün delik-yer vardır. Bu yüzden de her sahici fotona eşlik eden bir trilyon gölge foton vardır. [Deutsch, 1997, s. 44]

Yani çift yarık deneyi gibi, tabii lisanda bir iki kısa cümleyle ifade edilen bir deneyi açıklamak için çoklu evren yorumuna göre en az 10^{12} gölge evren varsayımında bulunmak gerekiyor. Bölüm 5'te göreceğimiz gibi, Feynman'ın bu deneyle ilgili açıklaması ise fotonların çift yarıktan geçmeden önce etrafı, *c* ışık hızından çok daha büyük bir hızla "yokladığı" varsayımına dayanıyordu. Yukarıda bahsedildiği üzere, Bohr ve Heisenberg gibi fizikçilerin savunduğu başka bir anlayışa göre ise fotonların çift yarık deneyinde hem dalga hem de parçacık şeklinde davrandığı kabul edilmektedir.

Halbuki çift yarık deneyinin ve diğer bazı optik deneylerin açıklanabilmesi için yeni temel kavramlara ve dolayısıyla yeni bir lisana ihtiyaç vardır. Bu yeni kavramlarla ışık, dalga veya parçacık olarak değil, bunlardan daha genel bir şekilde ifade edilecektir. Bu kavramlar ayrıca bizi, basit bir olayı trilyonlarca gölge fotonla veya öteki tutarsız kavramlarla açıklamaktan kurtaracaktır. Bu konuya kitabımızın son bölümünde tekrar döneceğiz, fakat şimdi kaldığımız yerden devam edelim.

Deutsch, kitabının üçüncü bölümünde Popper'ci bir yaklaşımla teorilerin deneylerle karşılaştırılarak nasıl bir gelişme ve değişim geçirdiklerini anlatıyor.[20] Popper'in bilim felsefesinin eleştirisini özet olarak Bölüm 3'te ayrıca anlatacağız. Fakat burada kısaca şunu söyleyebiliriz: Bilimsel teorilerin yanlışlanması zannedildiği kadar kolay bir iş değildir, çünkü bilim adamları deney ve gözlemlerin nasıl yapılacağına ve bunların sonuçlarının nasıl, yani hangi kelimelerle ifade edileceğine teoriye bakarak karar verirler. Ayrıca bazı durumlarda bir teorinin yanlışlandığını o teoriyi bir inanç haline getiren insanlara kabul ettirmek hiç de kolay bir iş değildir. Mesela evrim teorisinin dört operatörüyle (çaprazlama, üreme, tesadüfi mutasyon ve doğal ayıklama) canlı türlerinin ortaya çıkması açıklanamamaktadır.[21] Teorinin öngörülerinin aksine fosil kayıtlarında ara geçiş formlarının bulunmaması, laboratuvar deneylerinde bütün çabalara rağmen hiçbir yeni canlı türünün ortaya çıkarılamaması ve teori tarafından hiçbir şekilde kısıtlanmadığı halde türler arası çaprazlamanın olmaması

20 Bakınız: Deutsch, 1997, s. 65-66.

21 Bu yüzden bir bilim adamımız, A. Y. Özemre (1999, s. 39), bu "teoriyi" haklı bir şekilde sadece bir senaryo olarak görmektedir.

dolayısıyla bu teorinin yanlışlandığını söylemek ne dereceye kadar ikna edici olacaktır?

Teoriler her zaman sadece basit yapılardan ibaret değildir. Bazı "teoriler", savunucularının lisanlarına iyice yerleşmiş ve adeta onların lisanının temeli haline gelmiştir. Bu yüzden de bir teoriyi kabul etmek veya reddetmek, evrim teorisinde olduğu gibi bazan bir hayat tarzını değiştirmek kadar zor olabilmektedir. Hatta, gene evrim teorisinin sadece bir hipotezi, canlı türlerinin tesadüfi değişim ve doğal ayıklama ile ortaya çıktığı hipotezi kabul edilmediği takdirde, bütün evren hakkındaki görüşlerin yeniden gözden geçirilmesi gerekebilecektir. Yeni türlerin ortaya çıkışının tesadüfi olmaması demek, bunun ilahi bir tasarımla veya müdahaleyle olduğunu kabul etmek demektir. Bunun kabulü ise evren hakkındaki kozmolojik kabullerimizden birçoğunun gözden geçirilmesini gerektirecektir.

Deutsch "çoklu evren teorisini" (*multiverse theory*) kabul etmenin sağlayacağı kazançları şöyle ifade ediyor:

> Çoklu evren teorisinin, uzun süre çözülememiş felsefi meselelerin çözümüne katkıdaki verimliliği öyle büyüktür ki, buna dair hiçbir fiziki delil olmasa bile [bu teori] kabul edilmeye değerdir. [Deutsch, 1997, s. 339]

Burada görüldüğü gibi, "çoklu evren teorisini", bunun için hiçbir fiziksel delil olmasa da kabul etmemiz isteniyor. Bu, acaba çoklu evren teorisini, gerçeklikle alakası olmayan bir lisanda geliştirilmiş olsa da kabul edebileceğimiz anlamına mı geliyor? Gerçeklikle alakası olmayan bir düşünce, felsefenin uzun süre cevapsız kalan hangi meselesinin çözümüne katkı sağlayabilir?

Deutsch, fizik teorileriyle matematiğin, hatta felsefenin "teorileri" arasında kategorik bir ayırım da görmüyor:

> Bilgi teorisi, (yükselen) fiziğin bir teorisidir. [Deutsch, 1997, s. 341]

Bu yüzden de soyut matematiksel kavramların 'objektif varlığı"ndan bahsedebiliyor:

> Karmaşık ve bağımsız olan soyut entiteler "objektif olarak vardırlar ve gerçekliğin dokusunun parçasıdırlar. [Deutsch, 1997, s. 256]

Bu sözleri onun, bütün mümkün paralel evrenlerin birer kuantum bilgisayarı olduğu şeklindeki görüşü ile tutarlı olabilir. Fakat, lisan içinde kavramlar arasında fonksiyonel farklılıklar olduğu açıktır. Mücerret kavramlar ve matematik yapılar, sadece fizik teorilerinin ifade edildiği lisanın gramerini meydana getirirler; bunların varlığından bahsetmek anlamsızdır.

Deutsch ayrıca teoriler için "doğru" ve "yanlış" terimlerini kullanmaktadır.[22] Bu sıfatlar ancak önermeler için kullanılabilir. Teorilerin ise doğruluğu veya yanlışlığından bahsedilemez, ancak onların uygun (*appropriate*) olup olmadıkları söylenebilir. Deutsch ayrıca teorilerle inançları da birbirine karıştırmaktadır:

> Daha önce ifade ettiğim gibi, dört koldan [kuantum mekaniği, epistemoloji, evrim teorisi, hesaplama teorisi] hiçbiri diğer üçünden bağımsız olarak ele alındığında, gereği gibi anlaşılamaz. Bu durum, bu yaygın teorilere hâlâ neden inanılmadığına muhtemel bir ipucu vermektedir. [Deutsch, 1997, s. 336]

Halbuki teorilere inanmak veya inanmamak anlamsızdır, çünkü böyle bir durum bunları temel inanç ifadeleriyle aynı kategoriye sokmak demektir. Deutsch, saydığı dört teoriyi sanki yeni bir inanç sistemi haline getirmeye çalışıyor. Böyle bir yaklaşımın pratik sonucu, lisan içinde yeni teorilerin geliştirilmesini baştan engellemek olacaktır. Aslında böyle bir tutum, teorilerin lisan içindeki fonksiyonunu bilmemekten kaynaklanmaktadır. Evrim teorisiyle ilgili tartışmaların birçoğunda bu tür gramer hataları yapılmaktadır.

Deutsch, kitabının sonlarına doğru dört teorinin –kuantum teorisi, evrim teorisi, epistemoloji ve hesaplanabilirlik teorisi– herbirinin "doğru teoriler" olmasına rağmen kendilerine yöneltilen eleştirilerle başa çıkamadığını kabul ediyor:

> Dört teorinin hepsinde de açıklama boşlukları vardır ki bu durum, bu teorilerin sığ, gayri-insani ve kötümser görünmesine yol açabilmektedir. Fakat, bunlar gerçekliğin dokusunun birleşik bir açıklaması olarak birlikte alındığında, bu talihsiz durum tersine dönecektir. [Deutsch, 1997, s. 342]

22 Bakınız: Deutsch, 1997, s. 334-336.

Ve vakit geçirmeden bu dört teoriyi birleştirmek gerektiğini söylüyor:

> Ümit ediyorum, geriye bakıp bu birleşik görüşü, olmayan rakiplerine karşı savunmak için aşırı zaman harcamak zorunda kalmayacağız. Gerçekliğin dokusunun birleşik teorisini ciddiye alıp daha da geliştirdiğimiz zaman birçok rakip [teoriler] ortaya çıkacaktır. Devam etmenin tam zamanıdır. [Deutsch, 1997, s. 342]

Evrimci epistemolojinin tafsilatlı bir tenkidi Thagard tarafından verilmektedir.[23] Thagard kitabının bu bölümünde teorilerin gelişmesinin, "değişim" (*variation*), "seçim" (*selection*) ve "aktarım" (*transmission*) gibi evrimci kavramlarla açıklanmasının ciddi yanlışlıklara yol açacağını her bir kavram için örnekler vererek anlatmaktadır.

Özet olarak ifade edecek olursak, Deutsch, lisanla gerçeklik arasındaki ilişki konusunda pek az şey söylemektedir. "Gerçekliğin dokusunun" da kuantum teorisinin paralel evrenler yorumundan hareket ederek dörtlü bir yaklaşımla anlaşılabileceğini öne sürmektedir. Halbuki bu dörtlü yaklaşımı meydana getiren "teorilerin" her biri tartışmalıdır, dördü bir araya getirilince bu tartışmaların ortadan kalkacağını düşünmek ne dereceye kadar doğru olur, bilinmez. Deutsch ayrıca "teori" kelimesini fizik teorilerle matematiksel yapıları –hatta felsefi sistemleri– birbirine karıştıracak şekilde kullanmaktadır.

2.6 Weinberg: Dalga Fonksiyonu ve Fiziksel Gerçeklik

Çağdaş fizikçilerden Steven Weinberg, *Dreams of a Final Theory* (Son Teori Hayalleri) kitabının bir bölümünde fizikle felsefe

23 Bakınız: Thagard, 1988, s. 102-111. Thagard'ın eleştirilerini şöyle özetleyebiliriz: (1) Evrim teorisinde değişimin genler üzerinde tesadüfi hatalardan oluştuğu, çevre baskısının bu değişimlerde rolü olmadığı kabul edilmektedir. Halbuki, bilimde yeni teoriler belli problemler üzerindeki çalışmalar sonucu ortaya çıkar ve bunda bilim çevresinin baskısı önemli rol oynar. (2) Evrim teorisine göre tabiatta seçim bir amaca bağlı değildir. Buna karşılık teoriler ve kavramların seçimi, belli amaçları olan bir bilim toplumu tarafından yapılır. (3) Evrim teorisine göre, faydalı bir gen, bir canlı topluluğunun belli fertleri tarafından sınırlı sayıda aktarılır. Fakat başarılı bir teori, bilim toplumunun bütün üyelerine çok kısa bir zamanda aktarılır. Bunlardan dolayı, evrim teorisi bilimin gelişmesini anlamada zayıf bir model olarak kalmaktadır. Thagard, ikinci kitabında evrimci epistemoloji üzerine yeni eleştirilerde bulunmaktadır (Bakınız: Thagard, 1992, s. 154-156).

arasındaki alakayı ele alıyor ve felsefecilerin fiziğe pek fazla şey kazandırmadığını ifade ediyor:

> Felsefi prensipler genel olarak bize doğru kavramları vermemişlerdir. Son teori [final theory] peşinde koşan fizikçiler, atmacadan çok avcı köpekleri gibidirler; yerde etrafı koklayarak tabiat kanunlarında bulacağımız güzelliklerin izlerini ararlar. Felsefenin tepelerinden ise gerçeğe giden yolu görememekteyiz. [Weinberg, 1993, s. 167]

Burada Weinberg'in, fiziğin halen geçerli sayılan temel kavramlarının Aristo gibi bir felsefeci tarafından formüle edilmiş olduğunu göz önüne almadığı anlaşılıyor. Weinberg devam ederek aslında fizikçilerin de kendilerine göre bir "gerçekçilik felsefesi" olduğunu, fakat bunun bilimsel araştırma tecrübesiyle elde edildiğini söylüyor.

> Fizikçilerin de elbet yanlarında taşıdıkları iş gören bir felsefeleri vardır. Çoğumuz için bu, yontulmamış bir gerçekçiliktir, bilimsel teorilerimizin bileşenlerinin objektif gerçekliği. Ancak bu, bilimsel araştırmanın tecrübesiyle öğrenilmiştir, felsefecilerin öğrettiklerinden değil. [Weinberg, 1993, s. 167]

Weinberg, üniversite öğrenciliği sırasında felsefeye merak sardığını, fakat eserlerini okuduğu felsefecilerin kendisini bundan soğuttuğunu söylüyor. İkinci Dünya Savaşı sonrası fiziğin gelişmesinde hiçbir felsefecinin aktif bir rölü olmadığını söylüyor.[24] Onun bu sözüne hak vermek gerek, çünkü bilim felsefecileri mevcut teorilerin kavramsal yapılarını araştırmak yerine bilim için sembolik mantık çerçevesinde normlar geliştirmek, hipotez ve teorilerin yanlışlanması ve bilimin gelişmesinin tarihi ve sosyolojisiyle ilgilenmişlerdir. Weinberg modern fizikle metafizik ve epistemoloji arasındaki alakayı şöyle ifade ediyor:

> Modern fiziğin karşılaştığı en büyük dert metafizikte değil, bilginin doğası ve kaynakları ile ilgilenen epistemolojidedir. [Weinberg, 1993, s. 174]

Modern fiziğin karşılaştığı en büyük problem epistemolojide

24 Weinberg, 1993, s. 169.

değil, gerçeklikle alakasını kaybetmiş bir lisanın kavram yapısı içindedir. Weinberg'in "pozitivist epistemoloji" dediği şey de aynı lisan içinde yer almaktadır. Weinberg aynı zamanda, amaçları arasında gerçekliği anlamak diye bir meselesi bulunmayan bir bilim anlayışı içinde yaşadığını ve iş görmeye çalıştığını unutmuş görünüyor. Tabiat, ancak doğru bir kavram sistemi içinde incelenirse, gerçekliği anlamamıza yarayacak teoriler geliştirilebilir. Bilim felsefecisinin ve hatta bilim adamının esas görevi böyle bir kavram sistemini araştırmaktır. Aksi halde geliştirilen teoriler olayları kurtarmaktan başka bir işe yaramaz. Halen geçerli modern bilim anlayışında "gerçekliği anlamak" diye bir amaç yoktur. Weinberg kitabında sanki bundan habersiz gibi görünüyor; bu yüzden de zaman zaman "fiziksel gerçeklik" gibi bu amacın çerçevesi dışında kalan anlamsız terimler kullanıyor.

Weinberg daha sonra pozitivistlerin, bilimsel teorilerin gözlemlere karşı test edilmesi ve teorinin her noktada gözlenebilen büyüklüklere işaret etmesi gerektiği prensibini eleştiriyor ve bilim tarihinden bu prensibe uyulmadan geliştirilen teorilere örnekler veriyor.

> Pozitivistlerin, parçacıkların yeri ve momentleri gibi konular üzerinde dikkatleri toplaması, kuantum teorisinin "gerçekçi" yorumunu engellemiştir, ki bu yoruma göre dalga fonksiyonu fiziksel gerçekliği temsil etmektedir. Pozitivizm aynı şekilde sonsuzluklar meselesinin de bulandırılmasında rol oynamıştır. Yukarıda gördüğümüz gibi 1930'da Oppenheimer, kuantum elektro-dinamiği olarak bilinen fotonlar ve elektronlar teorisinin bazı saçma sonuçlara yol açtığını farketmişti: [Bu teoriye göre] fotonların bir elektron tarafından absorplanması ve yayılması atoma sonsuz büyüklükte enerji kazandırıyordu. [Weinberg, 1993, s. 181]

Weinberg'in, dalga fonksiyonunun fiziksel gerçekliği temsil ettiği sözü anlamsızdır, çünkü "fiziksel gerçeklik" sözü anlamsızdır. Böyle bir ifade ancak gerçekliği bir bütün olarak anlamamızı sağlayacak kavramlara sahip bir lisanda söz konusu olabilirdi. Mevcut bilim anlayışında fizik teorileri gerçekliği temsil etmek gibi bir amaç için geliştirilmezler.[25] Çünkü teoriler bilim adamları tarafın-

25 Aslında hiçbir bilim anlayışında teorilerin böyle bir fonksiyonu olamaz.

dan konularıyla ilgili olayları tutarlı bir şekilde açıklamak veya onlar hakkında öngörülerde bulunmak için bir lisan aracı olarak geliştirilirler. Eğer teoriyi kullanarak yapılan hesaplarla gene teoriye göre yapılan gözlemler arasında çelişkiler ortaya çıkarsa, teoride yapılan değişikliklerle hesaplar gözlem sonuçlarına uydurulur. Zaten Weinberg'in bahsettiği türden sonsuzlukların kuantum mekanikçileri tarafından nasıl "halledildiği" de bu prensibin pratikte uygulanmasının örneklerinden biridir. Weinberg, pozitivistlerin teorilerin her noktada gözlem verileriyle temasta olması gerektiği prensibini tenkide devam ediyor:

> Öyleyse, bilimsel bilginin objektif oluşuna karşı bu saldırı nereden geliyor? Bunun bir kaynağı sanıyorum, bu sefer bilimin kendisine uygulanan pozitivizm umacısıdır. Eğer, doğrudan gözlemlenmemiş herhangi birşeyden bahsetmeyi reddederseniz, o zaman kuantum alan teorileri veya simetri prensipleri veyahut daha genel olarak tabiat kanunları da ciddiye alınamaz demektir. [Weinberg, 1993, s. 188]

Burada haklı olarak pozitivistlere bazı kavramların fizik teorilerinde oynadığı rolü hatırlatıyor. Fizik teorilerinde kullanılan kavramların her birinin ayrı ayrı gözlemlerle karşılaştırılabilir olmasının gerekmediği, Aristo'nun ifade ettiği tabiat bilimi anlayışında bile bulunmaktadır.[26] Önemli olan, teorinin bir bütün olarak gözlemlere atıf yaptığı yerlerde teoriye göre yapılan hesapların gözlem sonuçlarıyla uyum içinde olmasıdır. Fakat burada haklı olmak yetmiyor; iyi bir fizikçinin iyi bir felsefeci de olması gerekiyor. Yirminci yüzyıl fizikçileri arasında bunu en iyi idrak edenlerden biri yukarıda da bahsettiğimiz gibi Heisenberg'di. İyi bir fizikçinin, üzerinde çalıştığı teorinin kavramsal yapısını çok iyi bilmesi gerekmektedir.

Weinberg kitabının son bölümlerinden birinde Tanrı ile ilgili bazı sözler söylemektedir. Eğer Tanrı'nın eseri hakkında özel bir sezgiye sahip olmak mümkünse, bunun ancak tabiatın nihai yasalarının bilinmesiyle olacağını söylüyor. Hawking'in de "Tanrı'nın zihni" sözünden tabiat yasalarını kasdettiğini belirtiyor ve Tanrı hakkındaki görüşlerine devam ederek şöyle diyor:

26 Bakınız: Aristo, *Fizik*, Kitap I, s. 1.

> Tabiatın nihai [son] yasalarında sorumlu bir Tanrı'yı bulacak mıyız? Bu soruyu sormak saçma gibi sanki. Bunun sebebi sadece nihai yasaları henüz bilmediğimiz değil, bundan da ötede, daha derin prensipler cinsinden açıklamaya ihtiyaç olmayacak son prensiplere sahip olmayı hayal etmenin zorluğudur. Fakat, soru zamansız sorulmuş bile olsa, nihai bir teoride en derin sorularımıza bir cevap olarak, sorumlu bir Tanrı'dan herhangi bir işaret bulup bulamayacağımızı düşünmemek mümkün değildir. Bulamayacağımızı düşünüyorum. [Weinberg, 1993, s. 245]

Acaba Weinberg bir an için Tanrı'nın gerçek olduğunu ve yarattığı tabiatı hangi yasalar üzerine kurduğunu herkesten daha iyi bileceğini düşünmüş müdür? Tanrı'dan anlamlı bir şekilde bahsetmek ancak O'nun kitaplarında ifade ettiği kelimeler çerçevesi içinde mümkündür. Ayrıca "tabiatın nihai yasaları ancak Tanrı'nın lisanı ve kelimeleriyle bilinebilir" denirse buna ne cevap verilecektir?

Weinberg evrim teorisiyle ilgili olarak 1944'te Erwin Schrödinger'in *What is Life?* (Hayat Nedir?) isimli meşhur kitabındaki "hayatın maddi yapısı hakkında bildiklerimiz, bugünkü fiziğin neden hayatı açıklayacak durumda olmadığını söylemek için yeterlidir" sözünü hatırlatıyor ve moleküler biyolog Max Perutz'un Schrödinger'i nasıl eleştirdiğini anlatıyor. Daha sonra da Phillip Johnson'un evrim teorisiyle ilgili olarak söylediği "evrimin ilahi bir plana bağlı olarak işlemediği hakkında hiçbir ciddi kanıt bulunmadığı" sözünü eleştirerek bilimin ilerlemesinin ancak, tabiat olaylarına ilahi hiçbir müdahale olmadığı kabulüyle olacağını söylüyor:

> Fakat herhangi bir bilimin ilerleyebilmesi için tek yol [tabiata] hiçbir ilahi müdahalenin yapılmadığını kabul etmek ve bu kabulle nereye kadar gidilebileceğini görmektir. [Weinberg, 1993, s. 247]

Bilimin ilerlemesi için ilahi müdahaleyi inkar etmek gerekmez. Burada önemli olan, ilahi müdahale oluyorsa bunun nasıl olabileceğini araştırmaktır. Tanrı yaratılışı, tabiatta gördüğümüz nizam ve simetriyi sağlayacak şekilde başlatmış olsa ve bu nizam belli bir şekilde devam ediyor olsa, bizim fizik teorilerimiz en mükemmel halde ancak bu düzenliliğin temel yapısını anlamamıza yardımcı

olabilir. Mükemmel bir fizik bilgisine sahip olsaydık, Tanrı'nın bu nizama nerede ve ne zaman müdahale ettiğini ancak böyle bir müdahale olduktan sonra bilebilirdik. Çünkü her ilahi müdahale, mevcut nizam içinde imkansız diyeceğimiz olayları gerçekleştirmek veya olması gereken olayları engellemek için yapılır. Fakat mükemmel bir fizik bilgisine gerçeklik kavramından uzaklaşmış bir bilim ve lisan anlayışı içinde kurulmuş teorilerle ulaşmak asla mümkün olmayacaktır.

Ayrıca, Weinberg'in kabulünün aksine, eğer Tanrı'nın gerçekten tabiat olaylarına yukarıda ifade ettiğimiz şekilde dilediği zaman ve mekanda müdahale ettiği doğru ise,[27] o zaman Weinberg'in bilim anlayışı içinde bu tür olayları açıklamamız hiçbir zaman mümkün olmayacaktır. Hatta, mevcut nizamı, sadece ilahi müdahale olmadığı durumlarda açıklamak için geliştirdiğimiz teorileri kullanarak ilahi müdahale ile gerçekleşen olayları da açıklamaya kalktığımızda birçok çelişkiyle karşılaşmamız kaçınılmazdır. Bu çelişkileri ortadan kaldırmak için teorimize yeni hipotezler eklemek, yani olayları kurtarmaya çalışmak bizi gerçekliğe yaklaştırmayacaktır. Demek oluyor ki, Weinberg'in bilimin ilerlemesi için öne sürdüğü prensibe fazla güvenmemek gerekiyor.

Weinberg, ilahi müdahale kabulüne başvurmadan fizik bilimlerde ve biyolojide ne kadar ileri gidildiğine işaret ediyor:

> Bence gerek fizik ve gerek biyolojik bilimlerde dünyayı açıklama yolunda, ilahi müdahaleyi işin içine katmadan bu kadar ileri gidebilmiş olmamız büyük bir buluştur. [Weinberg, 1993, s. 248]

Fizikte yanlış bir kavram sistemi içinde ne kadar ileri gidilmiş olduğunu aslında, iki gelişmiş fizik teorisini birleştirebilmek için büyük çabalar içinde *string* teorilerini geliştirmeye çalışanlara sormak lazımdır. Ayrıca, fizikte bugüne kadar geliştirilen iki teoriden en çok güvenilen kuantum teorisinin basit bir optik deneyini birbiriyle tenakuz içindeki iki kavramı kullanan bir modelle veya 10^{12} paralel dünyalar varsayımı ile nasıl "açıkladığı" üzerinde de durmak gerekir. Fizikle gerçeklik arasındaki alakanın bilinmediği bir

27 Tabiat olaylarına ilahi müdahale konusunda tafsilatlı bilgi için bakınız: Kocabaş, Ş., (1997), *İslam'da Bilginin Temelleri*, İstanbul: İz Yayıncılık. [2. bsk., İstanbul: Küre Yayınları, 2013]

dünyada fizik bilimleri sadece birer teknoloji olarak görmek bile mümkündür.

Weinberg kendisini kuantum mekaniğine dalga fonksiyonunun terimleriyle bakan bir "gerçekçi" olarak tanıtıyor:

> Ben de dahil, öteki fizikçiler kuantum mekaniğine, gözlemciler olup olmadığına maddeten bağlı olmayan yasalara tabi laboratuvarları ve gözlemcileri, atomları ve molekülleri tasvir eden dalga fonksiyonu terimleriyle, gerçekçi bir bakışı tercih ederiz. [Weinberg, 1993, s. 251-252]

Tekrar sormamız gerekiyor: Gerçekliği anlamak gibi bir amacı tanımayan bir bilim anlayışı içinde geliştirilmiş bir teorinin terimleriyle olaylara bakarak nasıl gerçekçi olunabiliyor?

> Binlerce fizikçinin sezgisi fiziksel gerçekliğin yetersiz fakat tatmin edici ortak bir anlayışı üzerinde toplanmıştır. Buna karşılık Tanrı veya dini metinlerden türetilmiş şeyler hakkındaki hükümler tamamen farklı yönlere doğru işaret etmektedir. [Weinberg, 1993, s. 254-255]

Mevcut fizik teorileri "fiziksel gerçekliği" anlamamıza yardımcı olsun diye geliştirilmemiştir. Zaten bu teorilerde kullanılan kavramların yol açtığı çelişkiler bunları kullanarak fiziksel gerçekliği anlayamayacağımızı göstermektedir. Binlerce fizikçinin "gerçekliği anlamak" gayesiyle bir araya geldiğini söylebilmek için bu teorilerin daha en baştan bu amaca hizmet etmek üzere geliştirdiğini iddia etmek gerekiyor. Eğer bu teoriler böyle bir gayeye hizmet etsin diye geliştirilmiş olsaydı, bunları kullanarak yapılan açıklamalarda kavramsal çelişkiler ve bir araya getirdikleri zaman da yeni tezatlar ortaya çıkmazdı.

Aslında, yukarıda söylediklerine Weinberg'in kendisi de pek inanmamaktadır. Mevcut bilim anlayışının insanları "fiziksel gerçeklikten" nasıl uzaklaştırdığını *The First Three Minutes* (İlk Üç Dakika) isimli kitabından naklettiği şu sözleriyle kendisi kabul ve tasdik etmiş bulunmaktadır:

> Evren ne kadar fazla anlaşılır görünüyorsa, o kadar da anlamsız görünmektedir. [Weinberg, 1993, s. 255]

Bu sözler bize, daha önce Feynman'ın söylediği, tabiatın saçma olduğu sözünü hatırlatıyor. Evrenin anlamsız veya gayesiz (*pointless*) olduğunu söylemekle saçma (*absurd*) olduğunu söylemek arasında pek fazla fark olmasa gerek. Eğer evren anlamsızsa, onu daha fazla araştırmanın amacı ne olabilir? Herhalde gerçekliği bilmek ve tanımak değil.

Bütün bunlara rağmen bazı fizikçiler "fiziksel varlık" veya "fiziksel oluş" terimleri yerine neden ısrarla "fiziksel gerçeklik" terimini kullanmak isterler? Acaba "gerçeklik" kelimesi varlıklar ve olaylar arasında anlaşılabilir bağlantılar olması gerektiği düşüncesini taşıdığı için mi? O zaman, evrenin anlamsız olduğu sonucuna götüren bir araştırmanın gerçeklikle alakası ne olabilir?

2.7 Penrose: Kuantum Dünyası da Gerçektir

Diğer bir meşhur fizikçi Penrose, *Shadows of the Mind* (Zihnin Gölgeleri) kitabında kuantum fiziği ve gerçeklik konusunda bazı tesbitlerde bulunmaktadır. Fakat önce onun kuantum teorisiyle ilgili bazı meselelere nasıl baktığını görelim. Penrose bu teoriyle ilgili paradokslar hakkında şunları söylemektedir:

> Kuantum teorisi bize küçük ölçeklerde fiziksel gerçekliğin mükemmel bir tasvirini vermektedir, fakat birçok sırrı da içinde taşımaktadır. Şüphe yok ki bu teorinin işleyişinden memnun olmak çok zordur, özellikle de dünyamız için öngördüğü "fiziksel gerçeklik" türüne –veya bunun olmayışına– bir mana vermek çok zordur. Genel olarak, bu teori insanı öyle bir felsefi görüşe götürmektedir ki, (ben dahil) birçok kimseyi hiç tatmin etmemektedir. En iyimser yaklaşımla, teorinin anlattıklarını kelime kelime alacak olursak, bize çok acayip bir dünya görüşü sunmaktadır. [Penrose, 1993, s. 237]

Herhangi bir teorinin fiziksel gerçekliği tasvir ettiğini söylemek anlamsızdır. Teoriler kendi başlarına hiçbir şeyi tasvir etmezler, ancak bir lisan içinde kullanıldıkları zaman bunlardan anlamlı veya anlamsız sonuçlar çıkartılabilir. Başlangıçta gerçekliği anlamamıza veya bilmemize yardımcı olsun diye geliştirilmemiş bir teori bu amaçla kullanılmak istendiğinde, tabii ki anlamsız sonuçlara götürecektir. Kuantum teorisi böyle bir amaca hizmet etsin diye geliştirilmiş olsaydı daha en başından bu teorinin tam bir kavram-

sal analizi yapılırdı ve kavramlarını kullandığı lisanın bu iş için uygun olup olmadığı araştırılırdı.

Penrose devam ederek kuantum teorisinin iki tür çözümsüzlüğü taşıdığını söylüyor. Bunlardan birincisinin tabiatın kendisinden gelen türden olup sonunda bunları kabullenmemiz gerektiğini, ikincisinin ise teorinin yetersizliğinden kaynaklandığını ve gelişmiş bir kuantum teorisinde bunların ortadan kalkacağını söylüyor. Her iki çözümsüzlüğe de örnekler veriyor.

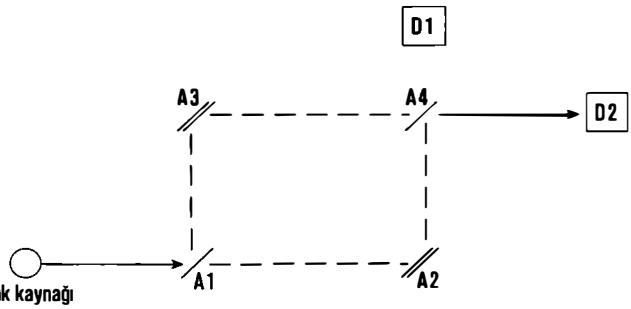
Penrose kuantum teorisini iki sembolle özetlemeye çalışıyor: Bunlardan biri olan U'yu zamana bağlı olarak *kuantum durumunu* veya *dalga fonksiyonunun değişimini* veren Schrödinger denklemi diye tarif ediyor. Diğer sembol R'yi ise, dalga fonksiyonunun çökmesi şeklinde tarif ediyor. İki operatör cinsinden kuantum teorisinin konusu içine giren bazı olayları açıklamaya çalışıyor. Açıklamaya çalıştığı olaylardan biri ışığın yarı geçirgen, yani üzerine gönderilen ışığın yarısını geçiren, yarısını da yansıtan bir ayna üzerine gönderildiği zamanki davranışıyla alakalı:

> Kuantum teorisinde ışığın, foton adı verilen parçacıklardan meydana geldiği kabul edilir. Yarı gümüşlü bir ayna üzerine çarpan bir foton sağnağındaki fotonların yarısı yansıtılacak, yarısı da geçecektir, diye düşünebiliriz. Ama öyle değil! Kuantum teorisi bize, her bir foton aynaya değdiğinde bunun, ayrı ayrı yansıma ve geçme süperpozisyon durumuna sokulduğunu söylemektedir. [Penrose, 1994, s. 260]

Penrose burada diğer birçok kuantum fizikçisi gibi fotonların tek olarak hareket ettiği ön kabulü içinde düşünmektedir:

> ... kuantum mekaniğinde fotonun aynı anda bu acayip karmaşık süperpozisyonda iki şeyi birden yaptığına inanmaya çalışmamız gerekiyor. [Penrose, 1993, s. 261]

Daha sonra ikisi yarı geçirgen ikisi tam yansıtan dört aynalı bir düzende fotonun davranışını anlatıyor. Bu deneyde yarı geçirgen olan ilk aynadan (A1) foton sanki ikiye ayrılıp iki tam yansıtan aynadan (A2, A3) dik olarak yansıtılıp yarı geçirgen son aynadan (A4) geçirildikten sonra ışığın yoluna dik iki dedektörden (D1, D2) geçirildiğinde adeta birleşerek sadece birinde, D1 veya D2'de absorplanmaktadır:



Şekil 1 Dört ayna deneyi.

Penrose bu deneyle ilgili olarak şu açıklamayı yapıyor:

> Bu özelliğin her bir fotonun özelliği olduğunu unutmamak önemlidir. Her bir foton, kendisine açık bulunan her iki yolu da yoklamakta, fakat tek foton olarak kalmaktadır; yani, ara yerde iki fotona ayrılmamaktadır. Fakat fotonun bulunduğu yer böyle acayip bir kompleks-sayı-ağırlıklı birliktelik içindedir ki bu, kuantum teorisinde tipik bir durumdur. [Penrose, 1994, s. 262-263]

Burada, foton dedektörlerinden sadece birinin, ya D1'in yahut D2'nin belli probabilitelerde fotonu kaydettiğini hatırlatıyor ve bu deneyde fotonun kuantum durumunun esrarengiz bir şekilde, bileşik bir süperpozisyondan, daha basit, klasik fiziksel bir duruma "atladığını" söylüyor:

> Sistemin tasvirinde, böyle süperpoze bir kuantum-seviyesi durumundan herhangi bir klasik-seviye durum tasvirine geçişe, *durum-vektörü-indirgenmesi* veya *dalga fonksiyonunun çöküşü* denir; bu işlemi *R* harfi ile göstereceğim." [Penrose, 1994, s. 263]

Burada anlaşılamayan husus, tek kabul edilen fotonun bu deneyde nasıl iki ayrı yoldan gittiği ve sonra sanki tekrar tek fotonmuş gibi sadece bir dedektörde algılandığı, yani sadece bir yerde absorplandığıdır. İşte Penrose'un U ve R süreçleri diye isimlendirdiği durumlar arasındaki paradoks, kuantum teorisinin kavramsal yapısı içinde açıklanamayan bir olaydır.

Penrose, kitabının daha sonraki bölümünde kuantum teorisi ve "fiziki dünya" arasındaki alakayı inceliyor ve önce şöyle bir tesbitte bulunuyor:

> U seviyesinde fiziki dünyamızın davranışı, alışkanlıklarımıza tamamen karşıdır ve birçok yönden, bildiğimiz seviyedeki tecrübelerimizin "klasik" davranışından çok farklıdır. [Penrose, 1994, s. 307]

Buradaki "alışkanlığımıza karşı" (counter intuitive) sözü üzerinde durmak yerinde olacaktır. Fiziksel dünya hakkındaki bu "alışkanlık" lisanımıza nereden gelmiştir? Kendi tecrübelerimizden mi, yoksa 2400 yıl önce formüle edilmiş bazı tariflerin gerçeği anlattığını kabul ettiğimizden mi? Maddenin en küçük parçasının bir "parçacık" olduğu ve bunun da mutlaka tek olması gerektiği sonucunu hangi kitaptan çıkardık veya buna hangi tecrübe ile ulaştık? Uzay ve zamanın sonsuz bölünebilir olduğunu neden tartışmadan kabul ettik? Bunları söyleyen eski felsefecilerin fiziki dünyayı herkesten daha iyi bildiğini mi düşündük?

Öte yandan fotonların aslında çiftler halinde hareket ediyor olabileceğini neden düşünemiyoruz? Halbuki belli enerji seviyesinin üzerindeki "tek" fotondan elektron-pozitron çiftinin oluştuğunu da Dirac söylemiş ve daha sonra bu birçok deneyle de tesbit edilmişti. Bu soruları şimdilik bir tarafa bırakarak Penrose ile devam edelim:

> Durum vektörünün kendisinin, herhangi bir kuantum-düzeyi gerçekliğin objektif tasvirini vereceği düşünülmüyor, sadece sistem hakkında "bizim bilgimizi" temsil ettiği düşünülüyordu. Doğrusu, "gerçeklik" kavramının, kuantum seviyesinde anlamlı bir şekilde kullanılacağı şüpheli görülmeliydi. Bohr, "kuantum mekaniğine gerçekten inanan" biriydi. Onun durum vektörü hakkındaki düşüncesi, bunun kuantum seviyesinde fiziki gerçekliğin tasviri olarak "ciddiye alınmaması" şeklindeydi. [Penrose, 1994, s. 309]

Doğru bir lisanda "gerçeklik" kavramı, kuantum seviyesi dahil her seviyede kullanılabilir. Fakat böyle bir lisan ve kavram sistemi üzerine kurulmamış bir teori çerçevesinde olaylara bakılırsa, en güvenilir gözlem sonuçlarına bile bir anlam vermek imkansız hale gelir. "Bohr kuantum teorisine gerçekten inanıyordu, ama onun kuantum seviyesinde fiziksel gerçekliği tasvir ettiğini ciddiye almıyordu" demek ne anlama gelebilir?

Penrose, daha sonra fotonun hareketi sırasındaki durumunu temsil eden U operatörü ile, dalga fonksiyonunun çöküşünü temsil eden R operatörünü bir arada içinde taşıyan kuantum teorisi-

nin çelişkisi karşısında, bazı fizikçilerin U prosedürünü, bazı fizikçilerin de R prosedürünü "hayal" olarak kabul ettiklerini söylüyor. İkinci görüşü kabul eden fizikçilerin –ki bunlardan biri de yukarıda gördüğümüz gibi Deutsch'tur– kuantum teorisinin "çoklu dünyalar" yorumunu savunanlar olduğunu söylüyor. Fakat, kendisinin bu görüşü kabul edemediğini şöyle ifade ediyor:

> Söylemem gerekir ki, kendi hesabıma ben bu görüşü ikna edici olmaktan çok uzak buluyorum. Endişem, bu modelin olağanüstü bir şekilde [fazla sayıda evren kabulünü gerektirdiğinden] ekonomiden uzak olmasından değildir –aslında bu da, en hafif tabirle, rahatsız edici bir özelliktir. Ortada daha ciddi bir mesele vardır ki o da şudur: Bu görüş, "ölçme problemini" çözmek için ortaya konduğu halde buna gerçekten bir çözüm getirmemektedir. [Penrose, 1994, s. 312]

Penrose, "gerçeklik" teriminin, sadece algıladığımız cisimler için değil aynı zamanda daha temel seviyedeki olaylar için de kullanılabileceği görüşünü benimsemektedir:

> Benim gibiler için (Einstein ve Scrödinger de dahil –yani iyi ahbaplarla beraberim–), "gerçeklik" terimini, daha derin ve temel bir seviyede kullanamayacağımızı söyleyip, mesela (bazı tür) ölçme cihazları gibi sadece algılayabildiğimiz varlıklar için kullanmak anlamsız gelmektedir. Şüphesiz, dünya, kuantum seviyesinde tuhaf ve yabancı kalmaktadır, fakat [kuantum seviyesinde dünya] "gerçek değil" de diyemeyiz. Aksi halde, nasıl olur da gerçek varlıklar, gerçek olmayan bileşenlerden meydana gelebilir. [Penrose, 1994, s. 313]

Diğer birçok fizikçinin duyarsızlığının aksine, Penrose'un burada ifade ettiği, gerçeklikle ilgili kaygılarını takdirle karşılamak lazımdır. Elbette ki, gördüğümüz cisimler gerçek olmayan bileşenlerden meydana gelemezler. Ancak, cisimlerin gerçek bileşenlerden geldiğini kabul ettiğimiz takdirde şu sonuca varmamız kaçınılmaz oluyor: Gördüğümüz cisimleri meydana getiren temel yapının gerçekliğini anlamamızı sağlayacak bir kavram sistemine sahip değiliz. İşte esas araştırılması gereken bu kavram sistemidir, aksi takdirde teorilerimiz ne kadar gelişmiş olursa olsun, bazı fiziksel değişimleri ne kadar hassas ölçebilirsek ölçelim, sonunda

kullandığımız lisanla gerçeklik arasındaki tezatlardan kurtulmamız mümkün değildir.

Fotonların davranışıyla ilgili tartışmalar, bunların hareketini tasvir eden ve Penrose'un U operatörüyle gösterdiği dalga fonksiyonu ile, fotonların absorplanması ve dalga fonksiyonunun çökmesini ifade eden R operatörünün birbiriyle bağdaştırılması üzerinde cereyan etmektedir. Nasıl oluyor da, tek parçacıktan ibaret kabul edilen bir foton iki kısıma (!?) ayrılıyor ve hareketi devam ettiği sürece bu şekilde yol alabiliyor, fakat bir yerde tutulduğu, yani absorplandığı zaman tek parçacık halinde tutuluyor? Fotonların bu davranışının böyle olduğunu kabul etmek zorundayız, çünkü başka deneyler de bunu açıkça desteklemektedir. En bariz örnek, enerjisi 1.2 MeV'den yüksek fotonların (X-ışınlarının) kuvvetli bir manyetik alandan geçerken adeta, birbirleriyle simetrik iki kısıma ayrılıp elektron-pozitron (e, /e) çiftlerini meydana getirmeleridir. Aynı şekilde, bir elektron-pozitron çiftinin de bir araya geldiklerinde tekrar X-ışınlarına dönmesidir. Demek ki ışığı meydana getiren "şeyler" tek değil çiftler halinde var olup, bir yerde tutulmadıkları sürece de çiftler halinde hareket ederler. Bu da demektir ki, foton gerçekte ne bir dalgadır ne de bildiğimiz türden bir parçacık.

3. Bilim Felsefesi Konusunda Yaklaşımlar

Bu bölümde önce, ondokuzuncu yüzyılın sonlarından bugüne kadar geliştirilmiş bilim felsefelerini, Duhem'den Mach'a ve mantıkçı pozitivistlerden Laudan'a kadar bilim felsefecilerinin görüşlerini özetleyeceğiz ve son yıllarda bilgisayarlı bilim felsefesi çerçevesinde yapılan çalışmaları inceleyeceğiz. Bu bölümün son kısımında ise yeni bir yaklaşımla, teorilerin kavramsal temellerini ve kavramsal yapılarını ve bunların üzerine kurulduğu lisanla gerçeklik arasındaki alakayı inceleyeceğiz. Fakat önce, günümüzde bilim felsefesi nasıl tarif edilmektedir, buna bir göz atalım:

> Bilim felsefesi bilimsel araştırmaların özelliklerini analiz eden bir etkinliktir ve şu sorulara cevaplar arar: Bilimsel açıklama nedir? Bilimsellik iddiaları ne dereceye kadar sağlanabilir veya yanlış oldukları nasıl gösterilebilir? Bilimsel teoriler zaman içinde ne tür değişimlere uğrar? Eski ve yeni teoriler arasında ne tür ilişkiler vardır? Farklı bilimsel alanlarda yapılan araştırmalarda elde edilen teorik sonuçlar arasında ne gibi ilişkiler vardır veya olmalıdır? [Bechtel, 1998, s. 1]

Bu tarifte bazı önemli eksiklikler bulunmaktadır. En önemli eksiklik, "Bilimsel teorilerin kavramsal temelleri ve yapıları nelerdir?" sorusunun bulunmamasıdır. Diğer bazı sorular da şunlar olabilirdi: Bilimsel teorilerin genel yapısı nedir? Bilimsel teorilerle matematiğin "teorileri" arasında ne gibi benzerlik ve farklılıklar vardır? Mantık ve matematiğin bilimsel teoriler içindeki yeri nedir?

Bilimle ve onun nasıl gelişip iş gördüğüyle ilgilenenler, daha çok bilim felsefecileri ve bazı bilim adamlarıdır. Fakat, geçen yüzyılın ortalarından bu yana bilim tarihçileri, bilim sosyologları ve

hatta az sayıda psikolog da bilim felsefesiyle ilgilenmiştir. Son yirmi yılda ise, bilgisayar teknolojisinin getirdiği imkanları kullanan bazı yapay zekacılar da bu konuya ciddi bir şekilde girmişlerdir.

Yapay zekada son yirmi yılda gelişmekte olan özel bir araştırma alanı bilimsel buluşlardır. Bu alandaki çalışmaların yavaş gelişmesine karşılık, şimdiye kadar yapılan çalışmalarda, bilimsel araştırma ve buluşlar, teori oluşturma, teori yenileme ve teori geliştirme gibi bilim faaliyetlerini modellendiren yapay zeka sistemleri geliştirilmiş bulunmaktadır. Bu çalışmalar, önce bilim tarihinde gerçekleştirilmiş bazı buluşların modellemesi şeklinde başlamış, fakat kısa sayılabilecek bir zamanda bilimsel araştırmalarda kullanılabilecek sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemlerden bazı örnekler bir sonraki kısımda anlatılacaktır.

Bütün bu gelişmelere karşılık bilim adamlarının çoğunun bilim felsefesi konusundaki bilgisizliklerini Bechtel şöyle ifade etmektedir:

> Ancak, bilim adamlarının çoğu hâlâ, hangi bilim felsefesi popüler ise veya kendi amaçlarına uyuyorsa onu otorite olarak görmektedirler. Bu türden bir bağlılık yaygın olduğu kadar ciddi tehlikeleri de ön plana çıkaran bir bağlılıktır, çünkü felsefede çelişkili olduğu bilinen yaklaşımlar belli bilim adamları veya bilim adamı grupları tarafından, bunların çelişkileri bilinmeden kabul edilebilmektedir. [Bechtel, 1988, s. 2]

Bu girişten sonra modern bilim felsefesinin gelişimini özet olarak incelemeye geçebiliriz.

3.1 Modern Bilim Felsefesinin Gelişimi

Bu kısımda bilim felsefesinin 19. yüzyıl sonlarında Duhem ve Mach'tan başlayıp 20. yüzyılın sonlarında bilgisayarlı bilim çalışmalarının ortaya çıkmasına kadar geçen süre içindeki gelişme seyri özet olarak anlatılmaktadır.

3.1.1 Duhem: Olayları Kurtarmak

Duhem bilimsel teorilerin amaçları ve yapısı üzerine ilk tafsilatlı çalışmayı yapan bir bilim felsefecisidir. Pozitivist olmadığı halde, bazan pozitivizmin öncülerinden sayılan Duhem'e göre hi-

potezlerin "doğru" olması gerekmemektedir. Duhem bu görüşünü İbn Rüşd'ün Ptoleme astronomisi konusundaki görüşlerini değerlendirirken şöyle ifade etmektedir:

> Matematik hipotezleri *a priori* olarak önermek, sonra da bunlardan gözlem olaylarının temsilini sağlayan sonuçlar çıkartmak, işte bu, –Ptoleme'nin takipçisi olan bir gökbilimci için– teori kuran kimsenin esas görevidir. Tecrübenin, mantıksal çıkarımların sonuçlarını karşıladığı zaman, [bu çıkarımların] öncüllerini ispatlanmış hakikatlere dönüştürdüğünü düşünmek saçmadır. Tamamen farklı öncüllerin aynı sonuçlara götürmeyeceği garanti edilemez. İbn Rüşd, bu gerçeği gözardı etmeye karşı gökbilimciyi uyarmakta tabii ki haklıdır. Fakat, Posidonius, Ptoleme, Proclus ve Simplicius tarafından tarif edilen, astronomi biliminin esas gayesini iyi anlamış bir gökbilimci bu hataya düşmez. Yorumcu'nun [İbn Rüşd'ün] bahsettiği fasit daireye düşmez; kendi sistemini destekleyen hipotezlerin doğru, yani eşyanın tabiatına tam tamına uygun olmasını beklemez. Onun için hesap sonuçlarının gözlem sonuçlarıyla uyumlu olması -*yani görüneni kurtarması*- yeterlidir. [Duhem, 1969, s. 31]

Burada Duhem, bir teoriden dedüktif olarak türetilen hipotezleri kullanarak yapılan hesapların gözlem sonuçlarıyla uyumlu olmasının onların "doğru" sayılmasını gerektirmediği konusunda İbn Rüşd ile aynı görüşte olduğunu söylüyor. İbn Rüşd'den, teorilerin amacı konusunda ayrılmaktadır. Duhem'e göre teorinin ve genel olarak bilimin amacı, sonuçta teoriyi kullanarak yapılan hesaplara dayanarak olaylara uygun açıklama ve öngörüler yapmamızı sağlamasıdır. Bu anlayış günümüz teori ve bilim anlayışını da özet olarak ifade etmektedir. İbn Rüşd ise, bilimin esas amacının, Ptoleme astronomisinde olduğu gibi zahiren olaylara uygun teoriler geliştirmek değil, gerçekliği araştırmak ve onu anlamamıza yardımcı olacak teoriler geliştirmek olduğunu söylemektedir.

Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory* (Fizik Teorisinin Amacı ve Yapısı) isimli kitabında teorilerin amacı ve lisandaki fonksiyonları konusunda tafsilatlı açıklamalarda bulunmaktadır. Kitabında, teorik fizikte geniş bir şekilde kullanılan matematiğin önermelerinin evrensel olarak kabul edildiğini söylüyor ve devam ederek fiziğin metafizikten ayrılması gerektiğine işaret ediyor:

> Fizik teorilerini metafiziğe bağımlı hale getirmek, onların evrensel bir kabul görmeleri için uygun bir yol değildir. [Duhem, 1991, s. 10]

Metafiziğin birçok tartışmaları da beraberinde getirdiğini hatırlatarak, Aristo metafiziğindeki form ve madde kavramlarının magnetizma ile ilgili olayları açıklamadaki yetersizliğinden örnekler veriyor. Fakat, "fizik" adı altında gelen aynı Aristo "metafiziğinin", uzay, zaman ve süreklilik kavramlarının ve Öklid geometrisinden gelen nokta kavramının fizik teorilerinde sessizce nasıl kabul edildiğini görmediği anlaşılıyor. Duhem, fizik teorilerinin amaçlarından bahsederken şunları söylüyor:

> Fizik teorisi, bir açıklama değildir. O, bir dizi deneysel kanunları, mümkün olan en basit, en kuşatıcı ve en hassas bir şekilde temsil etmeyi amaçlayan, az sayıda prensipten türetilen bir matematik önermeler sistemidir. [Duhem, 1991, s. 19]

Buradaki "az sayıda prensipler" ifadesinin altını çizmek gerekiyor. Nedir bu prensipler ve bunlar nereden çıkmaktadır? Duhem'in, fiziksel teorilerin geliştirilmesinde bunların dayandığı temel kavramların önemi üzerinde fazla düşünmediği anlaşılmaktadır. Daha sonra fizik teorileri için en temel kriteri, altını çizerek şöyle açıklıyor:

> Deneylerle uyumlu olması, bir fizik teorisinin doğru sayılması için tek kriterdir. [Duhem, 1991, s. 21]

Aslında hangi amaçla geliştirilmiş olursa olsun, bir teorinin doğruluğundan veya yanlışlığından bahsetmek anlamsızdır. Teorilerin ancak geliştirildikleri amaç için uygun olup olmadıklarından bahsedilebilir. Duhem hemen devam ederek fiziksel teori geliştirmede dört temel işlemi sıralıyor: (1) Fiziksel büyüklüklerin tarifi ve ölçümü; (2) hipotezlerin seçilmesi; (3) teorinin matematik yapısının geliştirilmesi ve (4) teorinin olaylarla karşılaştırılması. Böyle bir plana göre geliştirilen bir teorinin hiçbirşey öğretmeyeceğine işaret ediyor:

> ... şimdi çizdiğimiz plana göre geliştirilmiş bir teori bize aslında hiçbirşey öğretmez, öğretme iddasında da olmaz. Öyleyse [bu teori] ne işe yarar?

Böyle bir teorinin ne işe yarayacağı sorusunu da, Mach'ın ifadesiyle "zihinsel ekonomi" prensibi olarak cevaplandırıyor. Duhem'in anlayışına göre teoriler belli bir çerçeve içinde yapılan gözlem sonuçlarını matematiksel yapılar kullanarak yasalar şeklinde özetleyen lisanlardır.

3.1.2 Mach: Temel Prensipler

Mantıkçı pozitivizmin temel prensiplerini ortaya koyan bir fizikçi ve bilim felsefecisi olarak kabul edilen Mach, önkabuller de dahil bilimin her tarafının araştırma ve gerektiğinde yenilenebilme konusu olduğunu öne sürmüştür.[1] Ona göre bilim birtakım temel unsurlar ve bunların birbirleriyle alakaları üzerine kurulur. Bu unsurların özellikleri başlangıçta bilinmez, fakat keşfedilmesi gerekir. Feyerabend,[2] Mach'ın bu görüşlerini iki madde halinde şöyle özetlemektedir: (1) Dünya temel unsurlardan ve bunlar arasındaki bağıntılardan ibarettir. Bu temel unsurların ve bağıntıların ve aynı zamanda nesnelerin, bunlardan nasıl inşa edilmiş olduğu, bilimin belli bir safhasında en uygun kavramları kullanarak yapılacak araştırmalarla tayin edilecektir. (2) Bu unsurlar duyulardır.

Mach'ın bu görüşleri mantıkçı pozitivistlerin ilham kaynağı olmuştur. Bilimin gerçeklikle alakası konusunda ciddi birşey söylememiş olmasına karşılık, bizim açımızdan Mach'ın en önemli sözü, bilimin her yanının araştırma konusu yapılabilmesi ile ilgili olan sözüdür. Kendi çağının "donuk" bilim anlayışını değerlendirirken, zaman ve nesnel varlık (objective existence) gibi kavramların tartışmasız kabul edilmesini eleştirmiştir. Mach'ın düşünceleri sadece mantıkçı pozitivistleri etkilemekle kalmamış, Wittgenstein'ın ilk dönem felsefesini ve Einstein'ın fizik (uzay-zaman) anlayışını da etkilemiştir.

3.1.3 Mantıkçı Pozitivizm: Hipotezlerin Sağlanabilirliği

Mantıkçı pozitivizm 1920'lerde Avusturya'da (Viyana Çevresi ile), Almanya'da (Berlin Okulu ile) ve Polonya'da ortaya çıkmıştır.[3] Mantıkçı pozitivistler, bilim ve özellikle yeni fiziğin hayranları ola-

1 Bakınız: Feyerabend, 1982, s. 196.

2 Bakınız: Feyerabend, 1982, s. 197.

3 Bakınız: Bechtel (1988b), s. 17. Bechtel bu kitabında, mantıksal pozitivistlerden Laudan'a kadar yirminci yüzyıl bilim felsefecilerinin çalışmalarının güvenilir bir özetini vermektedir.

rak bilimin mahiyetini ve onu güvenilir yapan özelliklerini araştırmayla işe başlamışlardır. "Pozitivizm" adı, felsefi sistemler ve metafizik konusunda şüpheci ve tecrübi bilgileri önplana çıkaran 19. yüzyıl felsefecisi Comte tarafından ortaya atılmıştır.

17. yüzyıl ampirisist felsefecisi Locke ve daha yakın zamanda Mach mantıkçı pozitivizmin temellerini oluşturmuşlardır. Comte ve ampirisistler gibi, mantıkçı pozitivistler de bütün bilgilerin deney ve gözleme dayandırılması gerektiğini savunmuşlardır.

Pozitivistler bilimsel teorileri, hatta teori geliştirme ve yenileme gibi bilimsel faaliyetleri formel hale getirmek için sembolik mantığın sağladığı imkanları kullanmışlardır; "mantıkçı" kelimesi de bunların sembolik mantığa verdiği önemden kaynaklanmaktadır. Ancak sembolik mantık dedüktif bir yapıya sahiptir ve bilim adamları teori geliştirmede çoğu zaman dedüktif kalıplara uymazlar; soyutlama, analojik ve geri çıkarım (*abduction*) gibi dedüktif olmayan düşünce yapılarını kullanırlar. Bu yüzden, mantıkçı pozitivistler de bütün bilimsel faaliyetleri açıklamaya gitmediler ve bu faaliyetleri önce iki çerçeveye ayırdılar: Hipotezlerin geliştirildiği *bilimsel buluşlar çerçevesi* ve bunların rasyonel olarak değerlendirildiği *hipotez sağlama çerçevesi*. Buluşlar çerçevesinin mantıksal olmayabileceğini ve buluşlarla ilgili araştırmaların psikolojinin konusuna girdiğini kabul ettiler.

Bu şekilde pozitivistler bütün dikkatlerini, bilimsel teorilerin eldeki verilere dayanarak doğru sayılıp sayılmayacağına karar verebilecekleri hipotez sağlama yordamlarına yoğunlaştırdılar. Mantıkçı pozitivistlerin ileri sürdüğü bilimsel sağlama anlayışı üç kritik özellik açısından özetlenebilir.[4] Birincisi, teorinin hipotezlerinde kullanılan terimlerin nasıl anlam kazandığı ile ilgili olup *anlam=sağlama* şeklinde ifade edilebilir. İkincisi, bilimsel açıklamaların yapısıyla ilgili hususlardır. Üçüncüsü ise teorilerin aksiyomatik hale getirilmesidir.

Mantıkçı pozitivistlere göre bazı hükümler tecrübeyle doğrudan doğruya sağlanabilir. Duyularımız bunların doğru mu, yanlış mı olduğunu dolaysız olarak bize söyleyebilir. Pozitivistler bunlara *protokol cümleleri* adını vermişlerdir.

4 Bakınız: Bechtel, 1988b, s. 19.

Pozitivistler çoğunlukla, gözlem hükümlerinin fiziksel dünyadaki nesnelerin durumlarını anlattığını söylemişler ve böylece fiziksel olarak gözlemlenebilirliği savunmuşlardır. Ancak bilimsel araştırmalarda yapılan gözlemler gündelik lisanın kavramlarına göre değil, teoriyi kullanarak yapıldığı için tecrübi önermeler ve hipotezler arasında kategorik bir fark bulunmaktadır.

Mantıkçı pozitivistler için bilimin esas meselesi tabiattaki olayları açıklama ve teoriyi kullanarak yapılan öngörülerdir. Pozitivistlere göre bir olayın açıklanması, o olayı anlatan bir ifadenin teorinin hipotezlerinden türetilmesidir. Bu yüzden dedüksiyon pozitivistlerin açıklama anlayışında merkezi bir öneme sahiptir ve *kapsayıcı yasa* (*covering law*) terimini bu çerçevede kullanırlar. Pozitivistlere göre bilimsel açıklama, bir olayın ifadesinin bir dizi hipotez ve bunlarla ilgili başlangıç şartlarından dedüktif olarak türetilmesidir.[5] Pozitivistler daha sonra istatistiksel açıklamaları da bu şemaya ilave etmişlerdir.[6]

Teorilerin aksiyomatik hale getirilmesi konusuna gelince: Pozitivistlerin anlayışına göre bir teori, içinden özgün yasalar türetilebilen birbirine bağlı ifadeler ağıdır. Buradaki yapı Öklid geometrisindeki gibi bir yapıdır. Pozitivistler, bilimsel teorilerin de bir dizi ilkel terimler ve aksiyomlar üzerine kurulacak dedüktif yapılara dönüştürülebileceğini ileri sürmüşlerdir. Onlara göre bir teori, bir aksiyomatik yapı olarak görülmelidir.

Pozitivistler, aksiyomatikleştirmenin bilim adamlarının teorik terimleri dikkatli kullanmaya zorlayacağını ve bunun da bilimsel çalışmaya açıklık kazandıracağını düşünüyorlardı. Bu ayrıca, bilim adamlarının daha önce beklemedikleri birtakım sonuçları teorinin yapısından keşfetmelerini de sağlayacaktı. Bundan başka, aksiyomatikleştirme, bilimlerin birleşmesine de yol açacaktı. Sonunda da pozitivistler, bütün bilimlerin birleştirilmiş bir bilim halinde toplanacağını savundular.

Bilimlerin birleştirilmesi sonuçta *teori indirgeme* olarak karşımıza çıkmaktadır. Buna göre bilim adamları bir yandan giderek büyüyen bir teorik yapıya sürekli olarak yeni sonuçlar ilave eder-

5 Tafsilat için bakınız: Bechtel, 1988b, s. 23.

6 Tafsilat için bakınız: Carnap, R. (1971), "*Logical Foundations of Probability*", Chicago: The Chicago University Press, 1971.

ken, öte yandan bazı bilimler, mesela fizyoloji ve psikoloji, fiziğin en temel yasalarından prensip olarak türetilebilecek bilgi alanları olacaktı. Pozitivistlere göre bilimlerin kat kat ve farklı disiplinler olması mevcut anlayışın yetersizliğinden kaynaklanmaktadır.

Mantıkçı pozitivistlerin teori indirgeme programı tamamen yanlış bir anlayışa dayanmaktadır. Aristo'dan günümüze kadar gelen ve halen revaçta olan teori anlayışına göre, bir teorinin geçerli sayılabilmesi için, teoriyi kullanarak yapılan hesapların gözlem sonuçlarına uyması yeterlidir. Teorilerin gerçeklikle alakasının prensip olarak dışlandığı bir anlayış içinde, tabiat hakkında birtakım hükümlere dayanarak farklı alanlardaki teorilerin bir diğerine indirgenebileceğini söylemek sadece bir spekülasyondur.

Bu şekilde, mesela hücre biyolojisinin fiziğe indirgenmeye çalışılması fiziğe birşey katmayacağı gibi, biyolojideki muhtemel gelişmeleri de engelleyecektir. Özellikle canlı hücresinin sadece bir fiziksel sistem olarak görülmesi fizik ve enformasyon teorisinde düzensizliğin ölçüsü sayılan entropi yasası açısından belli bir asimetri meydana getirmektedir. Çünkü bir canlı hücresi, diğer fizik sistemlerin aksine çevreyle etkileşimlerinde seçici olan ve bu etkileşimlerde kendi iç düzenliliği koruyabilen hatta bazan arttırabilen, yani entropisini azaltabilen bir sistemdir.[7] Bugün artık biyokimya ders kitaplarında canlı bir hücrenin DNA'sı dev bir bilgi bankası olarak kabul edilmekte ve DNA üzerinde enzimlerin kopyalama, yeniden inşa, kısıtlama, tamir, birleştirme, yeniden düzenleme, büyütme, kodlandırma ve tercüme gibi faaliyetlerinin hepsi bilgi işlem terimleriyle ifade edilmektedir.[8] Biyolojik sistemlerde canlılığın ne olduğu tam olarak anlaşılmadan yapılacak bu tür indirgeme çalışmaları anlamsız kalmaktadır. Canlı sistemlerin davranışları cansız kimyasal sistemlerden farklı olarak "amaç" ve "fonksiyon" kavramlarından bağımsız olarak tanımlanamaz ve fiziksel kavramlarla açıklanamaz.

Ayrıca ve en önemlisi mevcut kavram sistemi içinde geliştirilmiş iki büyük fizik teorisi bile birleştirilemezken biyolojik teorile-

7 Canlı ve cansız madde arasındaki farklarla ilgili tafsilat için bakınız, Matthews, C.K. ve van Holde, K.E., 1991, s. 14.

8 Bakınız, Matthews, C.K. ve van Holde, K.E., 1991, s. 861-1074.

rin bunlar üzerine nasıl yerleştirileceği ciddi bir mesele olarak karşımıza çıkmaktadır.

Görüldüğü gibi mantıkçı pozitivistler, Duhem'in aksine, bilime ve dolayısıyla bilimsel teorilere lisanda merkezi bir yer ayırmaya çalışmış, hatta bunun dışında bilgi olarak öne sürülen ifadeleri anlamsız saymışlardır. Bu şekilde teorilere, bunların sahip olmadığı yeni bir fonksiyon yüklemeye çalışmışlardır.

3.1.4 Popper: Yanlışlanabilirlik

Mantıkçı pozitivizme ilk büyük eleştiri Viyana Çevresi üyeleri ile temasta olan felsefeci Karl Popper'dan geldi.[9] Pozitivistler pozitif testlerin bir hipotezi destekleyeceğini düşünüyorlardı. Popper, Hume'un genel bir hükmün doğruluğunun gözlemlerle kanıtlanamayacağı sözüne benzer bir şekilde, pozitivistlerin bu kabulünün doğru sayılamayacağını öne sürdü. Hiçbir sonlu sayıda deney, bir hipotezin doğruluğunu sağlayamaz. Popper bunun yerine klasik mantıkta ters kıyasa (*modus tollens*) dayanan kendi çözümünü önerdi: Yanlışlanabilirlik. Bundan hareketle Popper, hipotezlerin yanlışlanabilir olmasını ve yanlışlanmadığı sürece de teyid edilmiş (*corraborated*) sayılabileceğini önerdi.

Popper, kendi programını *tahminler ve çürütmeler* (*conjectures and refutations*) olarak vasıflandırdı. Buna göre, bir bilim adamı dünya hakkında tahminler yapmalı, sonra da bunların yanlış olduğunu bulmaya çalışmalıydı. Bir hipotezin yanlış olduğu görülünce de terkedilmeliydi. Bu şekilde bilimsel teoriler bilimsel olmayanlardan yanlışlanabilirlik riski ile ayrılmalıydı. Ona göre, eğer bir teori doğru ise, bazı şeylerin olamayacağını söylemesi gerekiyordu.[10] Bir teori ne kadar fazla ihtimali dışlıyorsa o kadar güçlü, yani bilgi verici bir teoriydi.

Popper, mantıkçı pozitivistlerin doğrulanabilirlik kriteri yerine teorilerin sınanabilirlik (*testability*) kriterini getiriyordu. Esas bilimsel teoriler Einstein'in genel relativite teorisi gibi kritik testlerden geçirilebilenlerdi. Buna karşılık Popper, Freud'cu ve Adler'ci

9 Bakınız: Bechtel, 1988b, s. 32.

10 Bechtel (1988b, s. 34) Popper'in bu konudaki görüşünü böyle özetliyor, fakat teorilerin doğruluğundan veya yanlışlığından bahsetmek anlamsızdır.

psikolojiyi bu tür yanlışlanabilirlik testleri için uygun bulmuyor ve bu yüzden bunları bilimsel teori olarak görmüyordu.

Popper *tahminler ve çürütmeler* sürecini bazı örneklerle açıkladıktan sonra teorilerin bu gelişme süreci içinde doğruya gittikçe yaklaşacaklarını söylüyordu. Popper bu sürece dayanarak bilimin gelişmesini evrimci bir şema ile açıklamaya çalışmıştır.[11] Ancak teorilerin doğruya yaklaşmalarından bahsetmek anlamsızdır; halen geçerli olan teori anlayışına göre teorinin gözlemlere uyması yeterlidir.

Teorilerin gelişmesini iki genel safhaya ayırabiliriz: Teori oluşturma ve teori yenileme.[12] Teori oluşturma safhasında bilim adamları öncelikle hipotezleri destekleyici veriler aramayı tercih ederler. Yanlışlamalar çoğu zaman, teori oluşturulduktan ve genel kabul gördükten sonra yapılmaktadır. Bu bakımdan Popper'in şeması teorilerin gelişmesini açıklamada yetersiz kalmaktadır.

Pozitivistlere göre teorik açıklama, bir yasanın aksiyomatik bir yapıda daha temel aksiyomlardan türetilmesidir. Bilimsel açıklamalar konusunda Popper ve pozitivistlerin "doğru" kabul ettikleri dedüktif model birçok felsefeci tarafından eleştirilmiştir.[13] Bu eleştirilere göre, açıklamalarda başlangıç şartlarının ifadelerinden ve yasalardan dedüksiyonun dışında bazı şeyler –mesela açıklanacak olayın sebebi– gerekmektedir. Ayrıca, bir açıklama isteği farklı çerçevelerde farklı şeyler istemek demek de olabilir.

Mantıkçı pozitivistlerin, ifadeleri, *analitik* ve *sentetik* olarak ayırmaları da eleştiriye uğramıştır.[14] Pozitivistlerin *analitik* ifadeler dedikleri hükümler deney ve gözlemle ilgisi olmayan ve sadece ihtiva ettikleri kelimelerin kullanımları açısından doğru sayılan ifadelerdir. *Sentetik* ifadeler ise büyük ölçüde ampirik iddialar taşıyan önermelerdir.

Pozitivistlere yapılan haklı eleştirilerden biri de bunların iddialarının aksine, deney, gözlem ve ölçmelerin teoriden bağımsız olamayacağıdır. En basit türden algılarımızın bile bilgilerimizden, inançlarımızdan ve alışkanlıklarımızdan tamamen bağımsız ola-

11 Bakınız: Bechtel, 1988b, s. 35.
12 Tafsilat için bakınız: Kocabaş, 1991.
13 Bakınız: Bechtel, 1988b, s. 38-41.
14 Bakınız: Bechtel, 1988b, s. 42.

mayacağı psikoloji ders kitaplarındaki örneklerden bile anlaşılmaktadır.[15] Ancak teoriye bağımlılık bilimi tamamen keyfi hale getirmez, çünkü teoriyi kullanarak yaptığımız hesaplara dayanan öngörülerimizle çelişen gözlemler de yaparız. Fakat, bu tür gözlemlerin teoriyi yanlışladığını kabul ettirmek pek kolay olmaz, çünkü gözlemler teorinin terimleriyle ifade edilir. Çoğu zaman da bir teorinin terimlerinin farklı yorumlarını temsil eden birden fazla tutarlı modelini kurmak mümkündür. Kuantum teorisinin farklı yorumlarının olması buna bir örnek olarak gösterilebilir. Ayrıca, gene kuantum teorisinde *renormalizasyon* işleminde olduğu gibi,[16] teorinin hipotezlerine kısıtlama getirilerek de teorinin yanlışlanması ile ilgili sorular ortadan kaldırılabilir.

3.1.5 Kuhn: Tarih Temelli Bilim Felsefesi

Pozitivistler bilimin sağlıklı gelişmesi için sembolik mantığa dayanan kuralcı bir model önermişlerdi. Bunları eleştiren pozitivizm-sonrası (*post-positivist*) bilim felsefecileri, analizlerini mantığın genel prensiplerine değil, bilimin kendi tarihi içindeki fiili gelişme süreçlerini dikkatle incelemeye dayandırmayı benimsediler. Bu yönde çalışan bilim tarihçileri ve sosyologları, bilim faaliyetlerinin birçok kurumsal ve sosyal faktörlere bağlı olarak geliştiğini öne sürmektedirler.[17]

Pozitivizm-sonrası bilim felsefesinin gelişmesinde ilk etken Kuhn'un *Structure of Scientific Revolutions* (Bilimsel Devrimlerin Yapısı) kitabı olmuştur [Kuhn, 1962]. Kuhn bilim tarihinde yaptığı çalışmalara dayanarak bilimsel disiplinlerin gelişmesinde beş safhadan bahseder: (1) Olgunlaşmamış bilim, (2) normal, olgun bilim, (3) kriz bilimi, (4) devrimci bilim, (5) çözülüm ve normal bilime dönüş.[18]

Normal bilim, Kuhn'un tabiriyle bir "paradigma" veya "teorik kafes" oluşmasını gerektirir. Bir paradigma basit bir model veya teoriden başka, bu teori veya modelin nasıl geliştirileceğini ve daha ileri araştırmalarda nasıl uygulanacağını da ihtiva eder. Kuhn'a

15 Bakınız: Bechtel, 1988b, s. 45.
16 Bakınız: Feynman, 1985, s. 128.
17 Bakınız: Bechtel, 1988b, s. 51.
18 Bakınız: Bechtel, 1988b, s. 52.

göre bir teorinin aksiyomatik bir yapıya kavuşturulabilir olması gerekli değildir. Teori kendisinden gözlemlerin türetileceği bir aksiyomlar cümlesi de değildir. Bir bilim adamının amacı da, ne teorileri doğrulamak ne de yanlışlamaktır, teoriyi tabiata uygun hale getirmektir.[19]

Bilim adamının davranışı, bilimin gelişme safhalarına göre birbirinden farklıdır. Normal bilimde teorik öngörüler ve gözlemler arasındaki farklar bilim adamı tarafından teoriyi yanlışlama olarak değil, bilim adamının çözmesi gereken yeni bilimsel problemler olarak görülür. Kuhn'a göre deneyler teoriyle uyuşmadığında genellikle problem deneylere atfedilir, teoriye değil. Deneycinin görevi teoriye uyan deney sonuçları elde etmektir.

Normal bilim safhasında bilim adamının başarısı onun deneylerdeki yanlışlıklardan gelen bilimsel problemleri çözmesi veya kabul edilmiş teori içinde yeni uygulamalar ortaya koymasıdır. Burada, Kuhn ile pozitivistler arasında bir fark ortaya çıkmaktadır. Pozitivistlere göre bilim adamının görevi teorileri değerlendirmek, Kuhn'a göre ise teorilerin ayrıntılarını araştırmak ve yeni deneysel uygulamalar geliştirmektir.

Özet olarak Kuhn, tarih içinde bilimin hangi safhalardan geçerek nasıl geliştiği üzerinde durmuş fakat teorilerin dayandığı temel kavramlar, bunların bilim tarihi içinde nasıl geliştiği ve bir kavramlar örgüsü meydana getirdiği ve teorilerde bunların nasıl iş gördüğü konularıyla ilgilenmemiştir.

3.1.6 Feyerabend: Metod'a Saldırı

Kuhn'un paradigmaların birbirinin yerini nasıl aldığı konusundaki görüşleri, bilimin rasyonel ve mantıki özeliğini fazla gözardı ettiği gerekçesiyle pozitivistler tarafından eleştirilere uğradı. Fakat, Feyerabend Kuhn'dan da ileri giderek, pozitivist felsefenin iki özelliğine karşı çıktı: *Tutarlılık şartı* ile *anlam değişmezliği şartı*. Tutarlılık, yeni teorinin mevcut teorilerle tutarlı olmasıdır. Anlam değişmezliği ise aynı terimlerin anlamının teoriler arasında değişmezliği prensibidir.[20]

19 Bakınız: Bechtel, 1988b, s. 53.
20 Bakınız: Feyerabend, 1975.

Feyerabend bu iki prensibi bilim tarihinden örnekler vererek reddetmektedir. Mesela Newton yasaları Galile'nin serbest düşmeyle ve Kepler'in gezegenlerle ilgili yasalarını zannedildiği gibi içine almaz, onlarla çelişir. Feyerabend, terimlerin anlamının sadece kullanıldıkları teoriyle bağımlı olduğunu savunur. Örnek olarak *kütle* teriminin Newton'un ve Einstein'in teorilerinde başka anlamlarda kullanıldığını gösterir. Böylece Feyerabend'a göre her iki prensip de bilimin gelişmesini önleyecek bir tutuculuk getirmektedir.

Feyerabend aynı zamanda, bilim adamlarının bir teori yanlışlanana kadar onu kabul etmesi gerektiği anlayışını da reddeder. Ona göre, bir teoriyi yanlışlayacak verileri bulabilmek için alternatif teoriler de geliştirilmelidir.

Feyerabend'a göre bilim, çoğulcu bir araştırmanın korunmasıyla mümkündür. Pozitivizmi ve Kuhn'cu anlayışı böylece reddettikten sonra Feyerabend, bilime uygulanmak istenen katı metodolojik prensipleri inkar eden *metodolojik anarşizm* adını verdiği bir prensip geliştirdi. Ona göre, önerilen bütün metodolojik prensipler bilimin gelişmesi sürecinde iyi bilim adamları tarafından ihlal edilmiştir. Kendisini Popper'e yakın görmekle beraber, yanlışlanmış teorilerin bile izlenmesi gerektiğini savunmuştur. Ona göre bilimin gelişmesine en büyük katkıları yapanlar, kuralları çiğneyenlerdir. Feyerabend aynı zamanda teoriler arasında seçim yapmak için rasyonel kriterler geliştirilmesine de karşı çıkmıştır.

3.1.7 Lakatos: Araştırma Programları

Lakatos bilim tarihinden örnekleri dönem olarak alıp analiz ederek ve pozitivist bir çerçevede bunları yeniden kurgulayarak, rasyonel bir faaliyet olarak bilimin nasıl geliştiğini göstermeye çalışmıştır.[21] Lakatos, Kuhn'un aksine bilimin normal bilim safhasında sadece bir paradigma tarafından yönetildiğini kabul etmez. Ona göre, bir paradigma içinde gelişmeler devam ederken, alternatif paradigmalar arası rekabet de devam eder.

Lakatos, Kuhn'un *paradigma* kavramı yerine *araştırma programı* kavramını getirmiştir. Bir araştırma programı içinde, farklı

21 Bakınız, Lakatos 1974; Bechtel 1998b, s. 60.

teorilerin ortak bir "çekirdeği" ve bir de "koruyucu halkası" vardır. Çekirdek, araştırma programı devam ettiği sürece korunur, fakat araştırıcılar araştırmaları sırasında buldukları verileri yorumlayabilmek için koruyucu halka içindeki kabullerini değiştirebilirler. Lakatos, bilim felsefesine getirdiği bu kavramlar çerçevesinde bilim tarihindeki bazı araştırma programlarının nasıl geliştiğini örneklerle anlatmaktadır.[22]

Lakatos'a göre, bir araştırma programının başarısının nihai ölçüsü, onun gelişmeci olup olmadığıdır. Başarı, çekirdeğin dışındaki koruyucu halkaya yeni teorilerin eklenmesiyle sağlanır. Lakatos iki ayrı türden gelişmeden bahseder: (1) Teorik gelişme, teorinin ampirik çerçevesini genişleterek yeni ampirik alanlara uygulanabilir hale getirir; (2) Ampirik gelişme, teorik gelişme sırasında gerçekleşen yeni ampirik iddiaları sağlar.

Lakatos bir araştırma programının gelişimci olup olmadığını, onun hem teorik hem de ampirik gelişme göstermesi şartına bağlar. Gelişme göstermeyen araştırma programı Lakatos'a göre çözülüyor demektir, fakat bir araştırma programının çözülüyor olduğuna karar vermek onun tamamen terkedilmesine yol açmamalıdır. Bir program başlangıçta çok gelişmeci olabilir, sonra duraklayabilir, sonra tekrar gelişebilir. Lakatos'a göre ümit vadeden yeni araştırma programları, başlangıçta bunlara gelişme fırsatı verilmesi için desteklenmelidir.

Görüldüğü gibi Lakatos, bilim felsefesine *araştırma programı*, *ortak çekirdek* ve *koruyucu halka* gibi bazı faydalı kavramları kazandırmakla beraber, söyledikleri genel olarak tarihi gelişme içinde bilim adamlarının davranışlarının bir modelinden ibaret kalmaktadır.

3.1.8 Laudan: Araştırma Gelenekleri

Laudan, *Progress and its Problems* (Bilimsel Gelişme ve Problemleri) isimli kitabında Kuhn ve Lakatos gibi bilim felsefecilerinin kuvvetli yanlarını alan ve zayıf taraflarını giderecek bir bilimsel faaliyet anlayışı ortaya koymaya çalışmıştır.[23] Öncekiler gibi o

22 Bakınız: Lakatos, 1974, s. 138-154.
23 Bakınız: Laudan, 1977.

da, bilim adamının başlıca işinin problem çözmek olduğunu kabul etmiştir. Fakat bize göre bu, Kuhn tarafından "normal bilim" adı verilen faaliyetler için sözkonusu olabilir. Esas önemli olan, problem çözmek değil, problemleri tesbit etmek, hem de doğru tesbit edebilmektir. Problem çözme ancak bundan sonra sözkonusu olabilir. Bunun için de iyi bir bilim adamının aynı zamanda iyi bir felsefeci olması gerekmektedir. Burada "felsefe" derken, metafiziği değil, kavramların gündelik lisanda ve mantık, matematik gibi formel lisanlarda, fizik ve kozmoloji gibi teorik lisanlarda nasıl kullanıldığını ve ne iş gördüğünü iyi bilmeyi kastediyoruz.

Önceki bölümde Bohr'la birlikte kuantum teorisini geliştiren Heisenberg'in klasik felsefeyi iyi bildiğini ve modern felsefeyi de çağdaşı birçok felsefeciden daha iyi bildiğini söylemiştik. Aynı şekilde, Einstein'ın da, relativite teorisini geliştirirken önce matematik çalışmadığı, hatta ışık üzerine yapılan son deneyleri incelemediği, fakat Mach, Kant ve Hume gibi felsefecilerin eserlerini okuduğu bilinmektedir.[24]

Laudan, bilim felsefesine Lakatos'un *araştırma programları* kavramından sonra yeni bir kavram getirmiştir: *Araştırma geleneği.* Bunun, Lakatos'un araştırma programlarından farkı, bir dizi teoriyi içine almakla birlikte değişmez bir çekirdeği olmamasıdır. Araştırma geleneğini bir arada tutan şey, tabiat ve dünya hakkındaki ortak kavramlar ve kabuller ve teorilerin nasıl geliştirileceği ve nasıl yenileneceğine dair metodolojik prensiplerdir.

Laudan'ın bilim ve gerçeklik arasındaki alaka açısından önemli sayılabilecek bazı görüşleri bulunmaktadır. Ona göre araştırma geleneğinin karşılaşabileceği iki tür problem vardır: Mevcut teorilerin ampirik yetersizlikleri ve bu gelenek içinde geliştirilen teorilerle ilgili kavramsal problemler. Ampirik problemlerin çözümünde izlenecek yollar Kuhn ve Lakatos'un önerdiği yollardır. Laudan'ın esas katkısı, bilimsel araştırmalarla ilgili kavramsal problemleri önemli bir problem türü olarak görmesidir.[25]

En basit kavramsal türden problemler, bir teori içindeki tutarsızlıklar veya aynı araştırma geleneği içindeki iki teorinin birbiriy-

24 Bakınız: Peat, s. 335; Mehra, 1999, s. 27.
25 Bakınız: Bechtel, 1988b, s. 63.

le tutarsızlığıdır. Fakat, Laudan başka tür teorik problemlerden de bahsetmektedir: Birbiriyle çelişen ontolojik kabuller; kabul edilen ontolojik görüşlerle teoriler arasındaki çatışmalar; teorilerin iddialarıyla toplumun daha geniş ölçekli dünya görüşleri –dini ve politik inançlar ve görüşler dahil– arasındaki çatışmalar. Laudan bunlara örnek olarak ışığın parçacık ve dalga-parçacık yapısı arasındaki çatışmaları ve evrim teorisiyle yaratılış-bilimcilik arasındaki çatışmaları göstermektedir.

Laudan'a göre bilim adamının görevi hem ampirik hem de kavramsal problemleri çözmektir. Bu çabada, birbirine rakip araştırma geleneklerinin karşılaştırmasını yapabilmek de önem kazanmaktadır. Laudan da, Lakatos gibi, araştırma geleneklerinin karşılaştırılmasında gelişmeciliği esas alır; ayrıca gerektiğinde iki farklı araştırma geleneğinin bir arada yürütülmesini de uygun görmektedir.

Laudan, gelişmeci görüşü kabul etmekle beraber, diğer birçok felsefecinin aksine bilimin gerçeğe giderek yaklaştığı düşüncesini kabul etmez. Buna örnek olarak da, bilim adamlarının defalarca daha önceki teorileri, tamamen farklı yeni teorilerle değiştirdiklerini gösterir. Ona göre sonraki teorilerin gerçeğe, öncekilerden daha yakın olduğuna karar verebileceğimiz bir kriter yoktur. Laudan'a göre bilimsel araştırma için gerçekliğe ulaşmak bir amaç değildir, gelişme yeterli bir amaçtır.

Bu değerlendirmelerden de gördüğümüz gibi, Laudan, bilimsel araştırmanın karakteri hakkında önemli şeyler söylemekle beraber, bilimle gerçeklik arasındaki alaka konusunda Ptoleme'den Duhem'e, ondan da günümüze kadar gelen anlayış çerçevesi dışında birşey söylememektedir. Bize göre bilimsel araştırmanın en büyük meselesi bilim ile gerçeklik arasındaki alakadır ve bu konuda ciddi hiçbir felsefi çalışma halen görülmemektedir.

Bilimle gerçeklik arasında yüzyıllardır ihmal edilen alaka nasıl kurulabilir? Böyle bir alaka hangi kavram sistemi içinde ve nasıl kurulabilir? Kavram sistemlerini nasıl tanırız ve nasıl sınıflandırabiliriz? Bunları teşhis edip sınıflandırmak istersek nasıl bir kriter dizisi kullanmalıyız? Gerçeklikle en uyumlu kavram sistemini nasıl teşhis edebiliriz? Bu tür bir kavramsal araştırma bilimsel faaliyetleri çıkmaza mı götürür, yoksa bilimde büyük bir gelişmeye mi yol açar? Bu soruların cevaplarının araştırılması gerekiyor.

Bu bölümde anlatılanları özetleyecek olursak; mantıkçı pozitivistler esas olarak teorilerin geliştirilmesi için formel kurallar ortaya koymuşlardır. Pozitivizm-sonrası bilim felsefecilerinden Kuhn, bilimin tarih içinde nasıl geliştiğini ve yeni teorilerin hangi şartlarda kabul gördüğünü incelemiştir. Feyerabend, kuralcı yaklaşımlara karşı çıkarak, bilimin bütün kavram ve kurumlarının eleştiriye açık tutulması gerektiğini savunmuştur. Lakatos ve Laudan ise araştırma programları ve araştırma geleneği çerçevesinde bilimin sosyolojik gelişme ve değişim şartlarını incelemişlerdir.

3.2 Bilgisayarla Bilim Felsefesi ve Bilimsel Buluşlar Üzerine Çalışmalar

Bilim tarihindeki buluşların bilgisayar programları ile modellendirilmesi bilimsel araştırma ve buluşlar konusundaki çalışmalara yeni imkanlar kazandırmıştır. 1970'lerin sonlarında BACON [Langley, 1977] programıyla başlayan ilk çalışmalar 1980'lerde hızlanmış ve STAHL [Zytkow & Simon, 1986], STAHLp [Rose & Langley, 1986] ve BR-3 [Kocabaş, 1991] gibi sistemlerle devam etmiştir. BACON programı klasik fizikte iki değişkenli lineer, polinom ve hiperbolik fonksiyonlarla ifade edilen birçok bağıntıyı bulabildiği gibi ideal gaz kanunu gibi çok değişkenli bağıntıları da bulabilmektedir.[26] STAHL programı onsekizinci yüzyılda Alman kimyacısı Stahl'ın flojiston teorisine dayanarak kimyasal maddelerin bileşenlerinin bulunmasını temsil etmektedir. STAHLp ise önceki sisteme ilaveten Stahl'ın flojiston teorisinden Lavazye'nin (*Lavoisier*) oksijen teorisine nasıl geçildiğini, yani Kuhn'un tabiriyle bir paradigma değişikliğinin hangi şartlar içinde oluştuğunu modellendirmektedir.

BR-3 programı ise, 1930-60 yılları arasında parçacık fiziğinde elementer parçacıkların kuantum özelliklerinin bulunuşunu modellendirmektedir. Bu program, çalışması sırasında çelişki çözümleme yoluyla teori yenileme ve teori geliştirmeyi de modellendirmektedir. Bu programın genelleştirilmiş bir versiyonu olan PAULI sistemi Valdes-Perez [1992] tarafından geliştirilmiştir.

26 Tafsilatlı bilgi için bakınız: Langley, Simon, Bradshaw ve Zytkow, 1987.

Bilimsel buluşların modellendirilmesi çalışmaları, bilimsel araştırmanın safhaları konusunda bilim felsefecilerinin dikkatinden kaçan birçok ayrıntıyı da ortaya çıkarmıştır.[27] Bu çalışmalar bilimsel araştırmanın bir düzineden fazla sayıda faaliyeti ihtiva edebileceğini göstermiştir ki, bu faaliyetlerden bazıları şunlardır: Bilimsel problemlerin formüle edilmesi, problem seçimi, strateji ve metot seçilmesi, deney planlaması, deney maddelerinin seçimi, deneylerin yürütülmesi, verilerin toplanması, veri değerlendirme, hipotez oluşturma, hipotez yenileme, teori yenilenmesi, teorik açıklamaların formüle edilmesi ve teori geliştirme.

Bilimsel buluşlar üzerine yapılan çalışmalar son yıllarda yeni buluşlar yapabilecek yardımcı sistemlerin geliştirilmesine yönelmiştir. Bu tür çabalara iki örnek katalitik kimyada reaksiyon mekanizmalarını bulan MECHEM [Valdes-Perez, 1995] ve astrofizikte nükleer reaksiyonları ve element sentezlerinin mekanizmalarını bulan ASTRA [Kocabaş ve Langley, 2000] sistemidir. Bu alanda başka yeni sistemler üzerinde çalışmalar da devam etmektedir.

Fakat bilgisayarlı bilim çalışmaları henüz kavramsal çalışmalara yeteri kadar ciddi bir ölçüde yönelmemiştir. Bu alanda yapılması gereken, kavram sistemlerinin ve kavramsal yapıların modellendirilmesi ve böylece yeni teorilerin bunlara bağlı olarak nasıl geliştirilebileceğinin araştırılmasıdır. Bilgisayarlı bilim çalışmaları içinde Thagard'ın [1988; 1992] bilim tarihinde kavramsal dönüşümler üzerine yaptığı çalışmaları, konumuz açısından önemli bir başlangıç olarak görüyoruz.

Thagard [1992] *Conceptual Revolutions* (Kavramsal Devrimler) kitabında bilim tarihinde geliştirilmiş bazı teorilerin ne tür kavramsal değişim ve dönüşümlere uğradığını kimya, fizik, biyoloji, jeoloji ve psikoloji tarihinden örneklerle anlatmaktadır. Thagard bu tür kavramsal dönüşümleri modellendirmek için geliştirdiği ECHO programının bilgi gösterim ve çıkarım metotlarını verdiği örnekler üzerinden anlatmaktadır. Bize göre bu çalışma bazı önemli eksiklikleri bulunmasına rağmen şimdiye kadar, bilim tarihinde kavramsal değişimler üzerine yapılmış en tafsilatlı analizdir.

27 Bakınız: Kocabaş, 1996.

Thagard kitabında onsekizinci yüzyıl kimyasında, Stahl'in flojiston teorisinden Lavazye'nin oksijen teorisine geçişte hangi safhalarda ne tür kavramsal değişikliklerin vuku bulduğunu ve daha sonraki dönemde kimyadaki gelişmelerin nasıl bir seyir takip ettiğini ECHO programının sonuçları üzerinden anlatmaktadır. Aynı şekilde fizikte Aristo ve Ptoleme'den başlayarak Kopernik devriminin hangi kavramsal dönüşümler sonucunda ortaya çıktığını da anlatmaktadır. Gene fizikte, Newton ve Einstein'in getirdiği kavramsal değişikliklerle kuantum mekaniğinin gelişmesi sırasındaki kavramsal değişimleri tafsilatlı bir şekilde anlatmaktadır.

Thagard incelediği teorilerin kavramlarını ECHO programında, yapay zekada "çerçeve tabanlı gösterim" adı verilen bir yapı kullanarak göstermektedir. Buna göre bir kavram çerçevesi şu bilgileri ihtiva etmektedir: Kavram ismi, sınıfı, alt sınıfları, bağlı olduğu bütün, kısımları, eş anlamlıları, zıtları, kavramla ilgili kurallar ve örnekler.[28]

ECHO programının bilgi tabanında kavramlar böyle bir çerçeve yapısı içindeki bazı kutular –örnekler, kurallar, bağlı olduğu bütün ve kısımları– üzerinden birbirine bağlanmaktadır. Thagard bu şekilde kavramsal yapılar içinde temsil ettiği teorilerin –mesela flojiston ve oksijen teorisinin– ECHO vasıtasıyla bir bilim alanındaki olayları nasıl açıkladığını göstermekte ve bu şekilde hangi teorinin daha fazla olayı tutarlı bir şekilde açıklayabildiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca karşılaştırılan iki teorinin kavramsal yapıları üzerinde, bir teoriden diğerine geçişte ne tür değişikliklerin vuku bulduğunu da gösterebilmektedir. Ancak, Thagard'ın metodunda önemli eksiklikler göze çarpmaktadır. Bunlardan bazılarını şöyle ifade edebiliriz:

(1) Thagard kategori farkı gözetmeden bütün kavramları aynı standart çerçeve yapısında göstermektedir ki, kullandığı çerçeve yapısı, daha çok nesneler ve sınıfları için düşünülmüş bir yapıdır. Bu yüzden de, bu tür kavramlar için uygun olan özellikler başka tür kavramlar için uygun olmamaktadır. Halbuki, her kavram kategorisi için ortak özellikler dizisinden oluşan ayrı bir çerçeve yapısı gerekmektedir. Bu da herşeyden önce, kavramların bir prensi-

28 Bakınız: Thagard, 1992, s. 30.

be göre sınıflandırılmasını gerektirmektedir. Bu yapılmadığı için ECHO'nun kavramsal analizleri sathi kalmaktadır. Örnek olarak Aristo'dan günümüze kadar gelen fizik teorilerinde kullanılan "hareket" ve "süreklilik" kavramlarını düşünelim. Bu iki kavram, kategorik olarak birbirinden farklıdır. Thagard'ın kullandığı kavram şemasındaki sınıf, alt sınıf, kısım ve alt kısım gibi özellikler ikisi için de uygun değildir. Bu kavramlar için örnek olabilecek bir çerçeve yapısı Şekil 2'de gösterilmektedir.

(2) Kavramların temsilindeki bu eksiklikler yüzünden ECHO'nun sonuçlarına dayanarak Thagard'ın yaptığı analizlerde teorilerin en temel kavramları ve kabulleri gösterilememektedir. Bu yüzden de bir teoriden diğerine geçişte hangi kavramların ve kabullerin değişmeden kaldığını görmek mümkün olmamaktadır.

(3) Thagard, evrim teorisi ile yaratılış bilimcilerin görüşlerini karşılaştırırken sanki iki teoriyi karşılaştırıyormuş gibi görünmektedir. Halbuki, yaratılış bilimciler bugüne kadar bir teori ortaya

kavram: hareket

Cinsi	:	durum, olus
Seviyesi	:	2 (kavram agacındaki sevlyesi)
Cesitleri	:	sürekli, kesikli
Türleri	:	lineer, ivmeli
Zıddı	:	durgun
Sartlar	:	mekan ve zaman
Kurallar	:	x hareket ediyorsa, x yer degistirir x yer degistiriyorsa, x zaman içinde hareket ediyordur (sıfır zamanda hiçbir hareket olmaz)
Örnekler	:	serbest düsme, gezegenlerin hareketi, med-cezir hareketleri

kavram: süreklilik

Cinsi	:	özellik
Seviyesi	:	3 (kavram agacındaki seviyesi)
Cesitleri	:	üniform, düzensiz
Uygulanma	:	zaman, mekan, hareket, süreç
Zıddı	:	kesiklilik
Sartlar	:	sonsuz bölünebilirlik
Kurallar	:	x sürekliyse sonsuz bölünebilirdir
Örnekler	:	zamanın sürekliliği, mekanın sürekliliği

Şekil 2. *Hareket* ve *süreklilik* kavramlarının çerçeve yapısında gösterimi

koymuş değillerdir. Ayrıca Darwin teorisinin ne dereceye kadar bir teori sayılabileceği de tartışmalıdır. Öte yandan evrim teorisi, yaratılış bilimcilerin "tasarım" argümanı karşısında oldukça zayıf kalmaktadır. Evrimcilerle yaratılış bilimciler arasındaki anlaşmazlık, teorik bir anlaşmazlık olmayıp bunların temel kabullerinden kaynaklanan bir anlaşmazlıktır. Bu kabullerle ilgili kavramlar da Thagard'ın analizinde görülmemektedir. Ayrıca, Thagard'ın Darwin teorisi karşısında yaratılış bilimcilerin durumunu, kimyada Lavazye'nin oksijen teorisi karşısında flojiston teorisini savunanların durumu ile kıyaslaması da yanlıştır, çünkü kimya teorileri deneylerle test edilebilir. Halbuki, Darwin teorisinde esas tartışmalı konular –çok hücreli canlıların ortaya çıkması, türlerin ayrılması ve ara geçiş formlarının fosil kayıtlarının bulunamaması– test edilemeyen ve delilleri zayıf tarihsel konulardır. Thagard'ın da kabul ettiği gibi, bu konularda evrim teorisi rakibine karşı zayıf kalmaktadır.

(4) Thagard'ın kavramsal şemaları ve buna dayanarak yaptığı analizler Ptoleme astronomisinden Kopernik astronomisine geçişte bazı önemli hususları dışarıda bırakmaktadır. Bunlardan biri, Kopernik'ten birkaç yüzyıl önce başlamış yeni astronomi arayışlarıdır. Avrupa'da düşünce geleneğinin gelişmesinde çok önemli yere sahip İbn Rüşd'ün Ptoleme astronomisiyle ilgili tenkidleri ve mutlaka yeni bir astronomi teorisinin geliştirilmesi ihtiyacı üzerine söylediği sözler bu araştırmalarda yönlendirici olmuştur. Görüldüğü gibi, burada yeni astronomi çalışmaları için çok güçlü bir yönlendirme sözkonusudur.[29]

Bilimsel teorilerin kavramsal yapıları incelenirken, bunların en temel kavramları da bütün özellik ve bağlantılarıyla açık bir şekilde ortaya konulmalıdır ki, böylece daha baştan teorinin alternatiflerinin nasıl geliştirilebileceği kolay anlaşılabilsin. Böyle bir çalışma bize, mevcut teorilerin ilerde ne tür alternatif teorilere dönüşebileceği hakkında öngörülerde bulunabilmemizi sağlayacaktır. Ayrıca temel kavramlar, teorinin gerçeklikle alakası üzerinde daha açık bir görüş sahibi olmamızı da kolaylaştıracaktır.

29 Benzer bir durum, daha zayıf bir şekilde Einstein'ın relativite teorisinin geliştirmesinde Mach'ın yönlendirici etkisinde görülmektedir.

3.3 Kavramsal Yaklaşım

Modern bilim felsefesinde kavramsal meseleler "ontoloji" başlığı altında hapsedilip bir kenara itilmiş görünmektedir. Halbuki, teorilerin kavramsal yapıları çok önemlidir, çünkü bir teoriyi kabul etmek demek onun kavramlarını ve bunların bağlı olduğu yapıyı da kabul etmek demektir. Mesela, genel relativite teorisi kabul edildiği zaman, bunun dayandığı geometrik kavramlar, uzay-zaman ve süreklilik gibi kavramlar da kabul edilmiş demektir. Teoriler üzerinde tartışılırken bunların kavramsal yapıları nedense ortaya konmamakta ve tartışmalar, bu teoriler kullanılarak yapılan öngörüler ve açıklamalar üzerinde toplanmaktadır.

Bize göre bilim felsefecisinin esas görevi, bilimin gelişmesiyle ilgili özet tasvirler geliştirmek yerine, mevcut teorilerin temel kavramlarını ortaya koymak, teorilerde bunların hangi yapılar içinde birbirine bağlandığını araştırmak ve açık bir şekilde ifade etmek olmalıdır. Bilim adamlarından pek azı araştırma yaptıkları bilim dalının felsefi meseleleriyle uğraşacak zamana ve motivasyona sahiptir. Bilim felsefecisinin görevi, sadece bilim adamlarının rasyonel bir çerçevede nasıl davrandıklarını birtakım özetleyici kavramlarla anlatmak olmamalıdır.

Eğer İbn Rüşd de, çağının gökbilimcilerinin yaptığı çalışmaları, kullandıkları fiziksel ve geometrik araçları ve metotları tasvir etmekle yetinseydi, modern astronominin ve buna bağlı olarak bilimin gelişmesi çok daha uzun zaman alabilirdi. Ama o böyle yapmadı ve çağının gökbilimcilerini yaptıkları işin mahiyeti konusunda ciddi bir şekilde uyardı.

Yirminci yüzyıl bilim felsefesinde teori geliştirme faaliyetlerinde kullanılan kavramların yeri ve önemi konusunda ciddi ve sistematik bir felsefi çalışma henüz görünmemektedir. Bu alanda yapılacak kavramsal bir çalışmanın başlangıç olarak iki ana başlık altında toplanması uygun olacaktır: Teorilerin kavramsal temelleri ve kavramsal yapılar. Şimdi kavramsal yaklaşımımızı açıklamaya geçebiliriz.

Bütün teoriler, formel olsun veya olmasın, bir dizi kavram üzerine kurulurlar. Bir teorinin kavramları bir yüklem veya bağıntı is-

mi, bireysel isim veya değişken ismi, hatta sıfat bile olabilir. Teorilerde kavramlar mantıksal ve matematiksel bağıntılar içinde birbirine bağlanırlar. Kavramlar da bu bağıntılar içinde anlam kazanırlar. Teorilerin hangi temel kavramlara dayandığının bilinmesi, hem teorinin genel çerçevesi itibarıyla daha iyi anlaşılmasını sağlayacak, hem de teorinin muhtemel gelişme yönü hakkında bilgi kazandıracaktır. Bu yüzden, bu kavramların teorik bilim eğitimi gören herkese öğretilmesi gerekir.

Teoriler, temelde kaçınılmaz olarak tabii lisandan alınan kelimeler üzerine kurulup geliştirilmektedir. En gelişmiş fiziksel teorilere baktığımızda, bunların tabii lisandan alınmış fakat daha sonra teorik yapının bağıntıları içinde kullanım sınırları tesbit edilmiş *kütle*, *uzunluk*, *zaman*, *dalga* ve *parçacık* gibi kavramlar üzerinde kurulduğunu görüyoruz. Burada önemli bir husus, tabii lisanın kavramlarının sadece tecrübeyle kazanılmış olmadığıdır. Lisan, tarihi gelişimi içinde birçok kültürel kaynaktan kelimeler alabilmektedir. Eski Yunan düşüncesinden ve hatta efsanelerinden birçok kelimenin eğitim süreci içinde Batı Avrupa dillerine geçmiş olması buna örnek gösterilebilir. Bilim adamları bir teoride kavramsal bir değişiklik yapmak istediklerinde, tabii lisana dönüp, teoriyi geliştirecekleri yeni kavramları bu lisan içinde ararlar.

Bir teori hakkında bilinmesi gereken en önemli şey, o teorinin kavramsal yapısıdır. Çünkü teorilerle ilgili hemen her şey –teorinin olaylarla karşılaştırılabilirliği, teorinin gelişmeye uygun olup olmadığı ve teoriyi kullanarak yapılan açıklamaların yeterli olup olmadığı– teorinin kavramsal yapısına bağlıdır. Bilim adamları teori çerçevesine giren bir olayın açıklanmasında, bir problemle karşılaştıklarında çoğu zaman teorinin bazı kavramlarının sınırlarını değiştirerek problemi çözmeye çalışırlar. İşte bu yüzden bir teorinin yanlışlanması çoğu zaman kolay bir iş değildir. Bir teoride kavram değişikliğinin nasıl yapıldığı, o teoriyle uğraşan bilim adamları tarafından bilinmesi gereken bir hususdur.

Teoriler için iki türlü çelişki söz konusudur: Teorinin yapısı içindeki bir çelişki ve teoriyi kullanarak yapılan hesapların gözlem sonuçlarıyla çelişmesi. Bu ikisi kategorik olarak farklı şeydir; birinci tür çelişki mantık-matematiksel analizle halledilmeye çalışılır, ikincisinde ise durum çok daha değişik kavramsal işlemleri gerektirebilir.

Newton'dan günümüze kadar geliştirilen fizik teorileri, gündelik lisandan alınan *zaman*, *ağırlık* (*kütle*), *uzunluk*, *hareket* gibi kavramlarla *nokta*, *doğru*, *eğri* ve *süreklilik* gibi geometrik kavramların karışımı bir yapı üzerine kurulmuştur. Çeşitli fizik teorilerinin temel kavramları, bu kavramlardan bazılarının biraz değiştirilmesiyle elde edilebilir. Newton mekaniğinin üç temel fiziksel kavram –*zaman*, *uzunluk* ve *kütle*– üzerine kurulduğu, diğer bütün kavramların –*hız*, *ivme*, *kuvvet*, *moment*, *iş*, *güç*, v.s.– bu üç kavramdan türetildiği söylenir. Fakat bu şekilde bir vasıflandırma, Newton fiziğinin dayandığı geometrik uzay ve zaman anlayışını gözardı ettiği için eksiktir. Halbuki bu fizik teorisi, hiçbir şekilde belli bir uzay ve zaman anlayışından bağımsız olarak düşünülemez, çünkü bu anlayıştan tecrit edildiği takdirde, bir fizik teorisi olmaktan çıkar ve olaylarla hiçbir alakası olmayan anlamsız bir formel sisteme dönüşür.

3.3.1 Teori Geliştirme

Aristo'nun *Fizik* kitabının en başında biraz muğlak olarak anlattığı metot, esas itibariyle bugünkü bilim anlayışının teori geliştirmede izlediği yolu çizmektedir:

> Prensipleri, sebepleri ve unsurları olan her konuda ilmi bilgi ve anlayış bunları kavramakla olur. Çünkü biz, bir şeyi, ancak onun ilk sebeplerini ve prensiplerini kavradığımız ve geriye doğru giderek onun unsurlarına ulaştığımız zaman bildiğimizi düşünürüz. Aşikardır ki, diğer konularda olduğu gibi, tabiat hakkında ilmi bilgi kazanmak için de, onun ilk prensiplerini bulmaya çalışmamız gerekir. Bu iş için tabii yol, bizce daha çok anlaşılır ve aşikar olandan hareket ederek, tabiatı icabı daha aşikar ve daha iyi bilinenlere doğru ilerlemektir. Çünkü, bize göre bilinebilir olan şeyler, kendi zatında bilinebilir demek değildir. Bu yüzden dediğim metodu takip etmeli ve tabiat olarak daha az bilinen, fakat bizce daha iyi bilinenlerden araştırmaya başlamalıyız. Burada, ilk önce bize sade ve aşikar gelen şeyler çoğu zaman karışıktır, ki bunların unsurları ve prensipleri, ancak onları ayırdığımız zaman bizce anlaşılır hale gelir. İşte bu yüzden, genel olanlardan başlayıp, özel olanlara doğru ilerlemeliyiz. [Aristo, *Fizik*, Kitap I, s. 1]

Aristo, burada muğlak olarak ifade ettiği metotta, tabiattaki oluşumları açıklamak için teori geliştirmede izlenecek yolun, özellikleri bizce az bilinen şeylerden daha çok bilinen şeylere doğru gitmek olduğunu söylemektedir. Aristo'nun ortaya koyduğu bu genel prensipten hareket ederek, teori geliştirme faaliyetlerinin bilim tarihindeki örneklerine baktığımızda teorilerin, başlangıçta sınırları kesin çizilmemiş kavramlar dizisi üzerine kurulduğunu, daha sonra bu kavramlara teoride kullanılan mantıksal ve matematiksel yapılarla sınırlamalar getirildiğini görüyoruz. Yeni bir teori, aynı araştırma alanında daha önce geliştirilmiş bir teoriden, herşeyden önce kavramsal yapı bakımından farklı olacaktır. Kavramları aynı, fakat hesaplama teknikleri farklı olan teoriler ancak bir teorinin iki farklı versiyonu sayılırlar. Heisenberg'in matris mekaniği ile Schrödinger'in diferansiyel denklemlere dayanan dalga mekaniği fizikçiler tarafından birbirine eşdeğer kabul edilmektedir ve bu yüzden aynı teorinin farklı versiyonları sayılırlar.

3.4 Kavramsal Yapılar ve Gerçeklik

Gerçekliğin tanınmasının, bilinmesinin ve lisan içinde ifade edilmesinin mümkün olduğunu kabul etmemiz gerekiyor. Aksi halde, dünyada yaptığımız herşeyi anlamsız saymamız gerekecektir. Herşeyin anlamsız olduğu bir dünyada bilgiden bahsetmek de anlamsız olacaktır.

Gerçekliği tanımayı ve bilmeyi bilimsel araştırmalarımızda gaye edindiğimiz takdirde, bunun en iyi hangi kavram sisteminde olabileceği sorusu karşımıza çıkmaktadır. Rastgele seçilen bir kavram sistemi içinde gerçekliği bilmenin mümkün olmadığı, bilim tarihinde, başlangıçta çok güvenilen teorilerin nasıl birer birer terkedildiğinin örneklerinden anlaşılabilir. En son örnek ise, en çok güvenilen iki fizik teorisi olan ve birbirinden bağımsız olarak geliştirilen genel relativite ve kuantum teorisinin bütün çabalara rağmen tek bir teorik yapı altında birleştirilememesidir.[30] Halbuki, bu iki teori aynı temel kavramları –mesela uzay ve zamanın sürekliliği, kütle ve enerji ile ilgili kavramları– paylaşmaktadır. Demek ki, iki teorinin dayandığı ortak kavramlar ve bunların birbirleriyle alakaları gerçekliği tanımamız ve bilmemiz için uygun bir yapı sağlamamaktadır.

Şu halde, öyle bir kavramsal yapı bulmalı veya keşfetmeliyiz ki, ilerde gene benzer güçlüklerle karşılaşmayalım. Böyle bir kavramsal yapının bugüne kadar bilim adamları tarafından ciddi bir şekilde araştırıldığını söyleyemiyoruz. Bunun sebebi de maalesef, özellikle son birkaç yüzyıldır bilim adamlarının, bilimle gerçeklik arasındaki alakayı neredeyse tamamen defterlerinden silmiş olmalarıdır.

Müslümanların İbn Rüşd'den (1126-1198) sonra, yani yaklaşık sekiz asırdır bilim felsefesinden çekilmesinin de, bilimle gerçeklik arasındaki alakanın kopmasında büyük bir rolü olduğunu düşünüyoruz. İbn Rüşd, müslüman bir felsefeci olarak gerçekliğe, dünyadaki herşeyden fazla önem verdiğini, tıbbi ve felsefi sorular sormak istediğini söyleyen Atinalı Metrodorus'a yazdığı mektupta şöyle dile getiriyor:

> Kıymetli Metrodorus, Mektubunuzda övgülerinize daha az yer verseydiniz daha fazla memnun olacaktım: Dünyadakilerin benim hakkımdaki görüşlerine gelince, bunları iyi niyet ifadesi olarak alıyorum, fakat bunlar hiçbir zaman kazanmaya çalıştığım şeyler olmayacaktır, çünkü ben daima şöhretten çok daha aziz ve değerli bir mükafat olan gerçeklik (*hakk*) peşinde koştum. İşte benim esas gayem budur ve buna eriştiğim sürece, bir ülke fethetmiş biri gibi başarı kazanmış olduğuma sevinirim. Gençliğimden beri çalışmalarım hep bu gayeye yönelik olmuştur... [31]

30 Ayrıca, özellikle elektromanyetik olayların açıklanması için bugüne kadar geliştirilmiş teoriler içinde gözlemlere en hassas bir şekilde uyan kuantum teorisinin, basit bir fizik deneyinde ışığın davranışını tutarlı bir şekilde açıklamaktan uzak oluşunu da hatırlamalıyız.

31 İbn Rüşd'ün mektupları, T. Sowle tarafından 1695 yılında Londra'da yayınlanmış olan bir kitaptan. Bakınız: Microfilm. Ann Arbor, Mich.: University Microfilms International, 1978. 1 microfilm reel; 35mm. (Early English books, 1641-1700; 884: 5)

4. Klasik Fiziğin Genel Yapısı

Bu bölümde fiziğin en temel kavramlarını yakından inceleyeceğiz, ki bunlar günümüzden 2400 yıl kadar önce kabul edilmiş ve halen kullanılmakta olan kavramlardır. Bu kavramlara neden "fiziğin en temel kavramları" dediğimiz de bu bölümde açıklanmaktadır.

4.1 Fiziğin Temel Kavramları

Klasik mekanik, bilindiği gibi cisimlerin uzay ve zaman içinde hareketleri ile ilgili bir teoridir. Fizik kitapları klasik mekaniğin temel kavramlarının kütle (m), uzunluk (l) ve zaman (t) olduğundan bahseder. Bunun sebebi, klasik mekanikteki hız, ivme, kuvvet, moment, güç ve enerji gibi diğer bütün fiziksel kavramların bu üç kavramın çarpım ve bölümleriyle tarif edilmiş olmasıdır ($v = l/t$, $a = v/t$, $F = m.a$, $M = F.l$, vs.). Klasik mekaniğe elektrodinamik de eklenmek istendiğinde, bu üç temel kavrama bir dördüncüsü, elektriksel yük kavramı (e) eklenerek bu çerçevedeki diğer kavramlar da tarif edilmektedir.

Klasik mekanikten genel relativite teorisine geçtiğimizde, tamamen yeni bir durumla karşılaşırız. Burada klasik fizikteki kelimelerle ifade edilen kavramlar farklıdır, çünkü bu teori tamamen geometrik bir teori olarak düşünülmektedir. Geometrik bir teoride kuvvet kavramı uzay ve zamanın birlikte sahip oldukları bir özelliğe –uzayın bükülmesine– bağlı olarak tarif edilmektedir.

Aslında gerek klasik fizik, gerekse genel relativite teorisi, daha temel bazı kavramlar üzerine kurulmuştur ki, bunlar uzay, zaman ve hareketin sürekliliği hakkındaki bazı kabullere dayanan kavramlardır.

Kuantum mekaniğine gelince, bu teori fiziğe ilk defa kadarlı (*quantized*) büyüklükleri bir kavram olarak getirmişse de, bunda da uzay ve zaman hakkında aynı temel kabuller geçerli sayılmaktadır. Bu kabuller Aristo tarafından yaklaşık 2400 yıl önce yapılan bazı tariflere dayanmaktadır.

4.1.1 Aristo: Hareket ve Zaman Süreklidir

Aristo *Fizik* kitabında birçok kavramı tarif etmektedir. Bu kavramlardan bazıları şunlardır: Zaman, hareket, uzunluk (mesafe), bölünebilirlik, sürekli, sonlu, sonsuz, sonsuz küçük, zaman süresi, uzunluğun (mesafenin) parçası, hacim, çizgi ve nokta. Aristo'nun tarif ettiği bu kavramlar bugün bile, fizik ve matematiğin birçok alanında kullanılmaktadır. Bunlar dışında varlık, ilkel prensip, tabiat, form ve madde gibi kavramları da kitabında ele almaktadır. Aristo'nun fizikle ilgili kavramlar hakkındaki önermelerinden bazıları şunlardır:

Hareket süreklidir.

Zaman süreklidir.

Hareket zaman işgal eder.

Mesafe sonsuz bölünebilir.

Zaman sonsuz bölünebilir.

Sonsuzluk iki türdür: Sonsuz küçük ve sonsuz büyük.

Zaman ve uzunluk bu iki türden sonsuzdur.

Aristo, *Fizik* kitabında başka birçok meseleden de bahsetmektedir, fakat bunlar içinde bizce en önemli sözleri bugüne kadar geliştirilmiş fizik teorilerinin hemen hepsinin de temel kavramları olan zaman, uzunluk ve hareket kavramlarının tarifleri ile ilgili olanlardır. Aristo bu kitabında tekrar tekrar, hareketin sürekli olduğunu, dolayısıyla belli bir zaman içinde hareket eden cismin hareketi sürekli olduğundan zamanın da sürekli olduğunu, aynı şekilde uzunluğun da sürekli olduğunu anlatmaktadır. Sürekliliği ise sonsuz bölünebilirlik olarak tarif etmektedir:

> Ve her hareket zaman içinde olduğundan ve bir hareket herhangi bir zamanı işgal edeceğinden ve harekette olan herşeyin hareketi daha yavaş ya da daha hızlı olabileceği için, hem daha hızlı hem de

> daha yavaş hareket bir zaman işgal eder: Bu böyle olduğundan, buradan zamanın da sürekli olduğu sonucu çıkar. Sürekli demekle, sonsuz olarak bölünenlere, bölünebilenlere bölünebilen birşey demek istiyorum: Ve eğer bunu sürekliliğin tarifi olarak alacak olursak, buradan da zamanın sürekli olduğu sonucu çıkar. Dahası, şu herkesce kabul edilen argümanlarımız açıkça göstermektedir ki, eğer zaman sürekliyse, uzunluk da süreklidir, çünkü bir şey verilen bir uzunluğun yarısını, hepsini katedeceği zamanın yarısında kateder; çünkü zamanın ve uzunluğun bölümleri aynıdır. Eğer biri sonsuz ise, öteki de aynı şekilde [sonsuzdur]; yani eğer zaman, en uçlarına doğru sonsuz ise, uzunluk da en uçlarına doğru sonsuzdur: Eğer zaman bölünebilirlik olarak sonsuz ise, uzunluk da bölünebilir olarak sonsuzdur: Eğer zaman her iki nazardan sonsuz ise, uzunluk da her iki nazardan sonsuzdur. [Aristo, *Fizik*, Kitap VI, Bölüm 2]

Bu tarifler Öklid (*Euclid*) geometrisinin nokta kavramıyla birleştirildiğine günümüz fizik teorilerinin temel kavramları –sonsuz bölünebilir uzay ve zaman, noktasal kütle– tarif ve tesbit edilmiş olmaktadır.

4.1.2 Newton, Huygens ve Young

Newton mekaniği, Aristo'nun kavram sisteminden, hareketin türleri dahil birçok bakımdan farklı olmakla beraber,[1] hareketin sürekliliği her iki kavram sistemi için de geçerlidir. Newton optik üzerine yaptığı çalışmalarda, Dekart'ın görüşünü takip ederek ışığın parçacıklardan meydana geldiğini kabul etmiştir.

Newton'un çağdaşı Huygens ise ışığın bir dalga hareketi olduğunu söylemiştir. Fakat, daha sonra Young'un çift yarık (*double-slit*) deneyine kadar bu görüş fizikçiler arasında fazla kabul görmemiştir.

4.2 Fizikte Matematiksel Kavramlar ve Yapılar

Fizik teorilerinde kantitatif bağıntılar (nicelik bağıntıları) kaçınılmaz olarak matematik yapılar kullanılarak gösterilir. Dahası, fizikçiler mümkün olduğu kadar sade bir teori geliştirmeye çalıştık-

1 Bakınız: Thagard, 1992, s. 192-206.

larından, fizikteki birçok kantitatif bağıntıyı da birbirine bağlamaya çalışırlar. Fakat, bir matematik yapı kabul edildiği zaman bunun bütün kavramları da kabul edilmiş olmaktadır. Bu da teoriler için bağlayıcı veya sınırlayıcı bir durum meydana getirmektedir. Teoriyi belli bir yapıya hapsetme tehlikesinden dolayı, matematik yapılar seçilirken dikkatli olmak gerekmektedir.

Fiziksel sistemlerin davranışları, büyük ölçüde diferansiyel denklemlerle veya denklem takımlarıyla modellenmektedir. Bu hem genel relativite teorisinin konusuna giren sistemlerde –alan denklemleri için– hem de kuantum mekaniğinin konusuna giren sistemlerde –Schrödinger'in dalga denklemi için– geçerlidir. Diferansiyel hesap bir dizi matematiksel kavramla birlikte *nokta*, *eğri* ve *süreklilik* gibi geometrik kavramları da ihtiva etmektedir. Bir sistemin diferansiyel denklemlerle modellendirilebilmesi için belli bir t_o anında o sistemin bir dizi parametre cinsinden başlangıç şartlarının bilinmesi gerekir. Başlangıç şartları diferansiyel denklemde –veya denklem takımında– yerine konarak integrasyonla sistemin belli bir t_1 anındaki durumu hesaplanır. Diferansiyel hesap çok güçlü bir hesaplama imkanı sağlamaktadır ve fizikte birçok sistemin davranışını modellemede başarıyla uygulanmaktadır, ancak bazı fiziksel sistemlerin davranışını modellemede yetersiz kalmaktadır.

5. Modern Fiziğin Genel Yapısı

Bu bölümde modern fiziğin en gelişmiş iki teorisinin, genel relativite ve kuantum teorisinin genel yapısını özetleyeceğiz. Daha sonra da "modern" fiziğin halen tam olarak anlaşılamamış ve çözüme kavuşturulamamış bazı temel meselelerini ele alacağız. Bunu yapmak için de, önce her iki teorinin uygulama alanını ve kavramsal yapısını hatırlamamız gerekmektedir. Önce Einstein'ın geliştirdiği genel relativite teorisini görelim.

5.1 Genel Relativite Teorisi

Genel relativite teorisi, graviteyi ve kütle-enerji ilişkisini açıklayan bir teoridir. Bu teoriyi kavramsal olarak Newton fiziğinden ayıran önemli hususlardan bazıları şunlardır: Genel relativite teorisi, klasik fiziğin aksine geometrik bir fizik teorisidir. Bu teorinin uzay, zaman, kütle, enerji ve hareket kavramları klasik fizikteki uzay, zaman, kütle, enerji ve hareket kavramlarından tamamen değilse de farklıdır. Buna bağlı olarak, genel relativitede cisimlerin gravitasyonla ilgili bütün hareketleri, uzaktan etki eden bir kuvvetin etkisiyle değil yalnızca uzay-zamanın gravitasyon alanları tarafından bükülmesi ile açıklanmaktadır. Herhangi bir uzay-zaman alanındaki bükülme, bunun taşıdığı toplam enerjiye bağlı olarak değişmektedir.

Genel relativite teorisi daha sonra Kaluza ve Klein tarafından elektromanyetik kuvveti de beşinci bir boyutta uzay-zaman bükülmesi olarak temsil edecek şekilde genelleştirilmeye çalışılmıştır. Genel relativite teorisi esas olarak şu kabuller üzerine kurul-

muştur: (1) Sonsuz bölünebilir uzay-zaman, (2) hareketin sürekliliği, (3) noktasal kütle, (4) ışık hızının boşlukta –gravitasyon etkisi hariç– sabit olması, (5) ışığın mesaj taşıyıcı özelliği, (6) kütle-enerji bağıntısı: $E=mc^2$. (7) Fiziksel etkileşimler üç türdür: Noktadan noktaya etkileşim, bir gravitasyon alanının bir nokta üzerine etkisi, iki alanın etkileşimi.

5.2 Kuantum Teorisi

Kuantum teorisi başlangıçta elektromanyetik olayları, yani esas olarak fotonlarla elektronların etkileşimlerini açıklamak için geliştirilmiş bir teoridir. Fakat daha sonra bu teori, diğer iki fiziksel kuvvetin –güçlü ve zayıf çekirdek kuvvetleri– etkisiyle meydana gelen olayları da açıklayacak şekilde geliştirilmiştir.

Kuantum teorisi şu kabuller üzerine kurulmuştur: (1) Işık fotonlardan ibarettir, (2) enerji kadarlı (*quantized*) olarak yayılır, (3) elementer parçacıklar belli durgun kütle (*rest mass*) değerlerine sahiptir, (4) uzay-zaman sonsuz bölünebilir, (5) hareket süreklidir, (6) ölçülebilirlik sınırlıdır –belirsizlik prensibi, (7) bütün fiziksel etkileşimler parçacık alışverişi veya bir kuvvet alanının bir parçacık üzerine etkimesi ile olur.

5.3 Açıklanamayan Fiziksel Olaylar

Bu bölümde günümüz fiziğinde açıklanamayan veya açıklamaları üzerinde tam mutabakat sağlanamayan fiziksel olaylardan bazıları ele alınacak ve bunlarla ilgili açıklamalar değerlendirilecektir. Bu tür olayların büyük bir kısmı ışığın özellikleriyle ilgilidir. Bunlardan birincisi ışığın dalga/parçacık özelliğidir.

5.3.1 Işık Dalga mı Parçacık mı?

Işık, fizikte belki üzerinde en çok gözlemler yapılan fakat buna karşılık en az anlaşılmış olaydır. İlk sistematik optik deneylerinin İbn Heysem (965-1051) tarafından yapıldığı bilinmektedir.[1]

Optik konusunda birçok deneyler yapan Newton (1642-1727), *Opticks* kitabında ışığın çok küçük parçacıklardan *(corpuscules)*

1 Bakınız: Huff, 1993, s. 209.

oluştuğunu öne sürmüştür. Çağdaşı Huygens (1629-1695) ise ışığın bir dalga hareketi olduğunu savunmuş ve bugün bile kullanılan Huygens presibini öne sürmüştür.

Daha sonra Young (1773-1829), çift yarık (*double-slit*) deneyi ile ışığın bir dalga hareketi olduğu görüşüne destek kazandırmış, ayrıca kızıl ve mor ışığın dalga boylarını da hesaplamıştı. Young'un çift yarık deneyinden sonra ışığın bir dalga hareketi olduğu görüşü fizikçiler tarafından geniş kabul gördü ve Newton'un parçacık modeli yirminci yüzyılın başlarına kadar geri planda kaldı.

Planck'ın karacisim radyasyonunu (*black body radiation*) açıklamak için ortaya attığı "kuantum hipotezi"ni takiben gelişen kuantum teorisinin kurucularından Bohr'un görüşüne göre, sadece ışık değil, elektronlar da hem dalga hem parçacık özelliğine sahiptir. Ancak bu yoruma göre bir fizik deneyini anlamak için ya dalga ya da parçacık modelini kullanmamız gerekir. Yani iki modeli birden kullanamayız. Buna mütekabiliyet prensibi (*principle of complementarity*) denilmektedir.

Elektron-foton etkileşimlerini açıklamak üzere kuantum elektrodinamiğini geliştiren fizikçilerden Feynman, parçacık modelini benimseyerek çift yarık deneyi de dahil, optik olayları bu modele göre açıklamaya çalışmıştır. Feynman'ın çift yarık deneyinin önemi konusundaki görüşleri hakkında fizikçi Greene şunları söylüyor:

> Feynman, çift-yarık deneyinin sonuçları üzerinde dikkatle düşünüldüğünde, bütün kuantum mekaniğinin bu deneyden süzülebileceğini söylemekten hoşlanırdı. [Greene, 1999, s. 97-98]

Greene, devam ederek Feynman'ın bu deneyi nasıl açıkladığını anlatıyor:

> Feynman farklı bir yaklaşımı benimsedi. Elektronun ya sağdaki, ya da soldaki yarıktan geçtiği şeklindeki klasik kabule karşı çıktı. Bu kabulün, tabiattaki işleyişle ilgili çok temel bir özellik olduğunu, buna karşı çıkmanın faydasız olduğunu düşünebilirsiniz. ... Kuantum dünyasında, elektronun sağ veya soldaki yarıktan birinden geçtiği tesbit edildiğinde, iki yarık arasındaki interferans ortadan kalkar. Bu yüzden, Feynman, karşı çıkışında haklıdır; çünkü –dünyadaki tecrübelerimiz her elektronun yalnız bir veya öteki yarıktan geçtiğini düşündürse de– 1920'lerde fizikçiler, gerçekliğin bu te-

mel özelliğini kanıtlayacak her teşebbüsün, bu deneyi bozduğunu görmüşlerdir. [Greene, 1999, s. 109-110]

Feynman'ın açıklaması, elektronların çift yarıktan geçmeden önce etrafı, *c* ışık hızından çok daha büyük bir hızla "yokladığı" varsayımına dayanıyordu:

Feynman, fosforlu ekrana ulaşan her elektronun bilfiil iki yarıktan birden geçtiğini öne sürdü. Bu çılgınca birşey, ama sıkı durun, işler daha da çılgınlaşacak. Feynman, her bir elektronun, kaynaktan çıkıp ekrandaki bir noktaya doğru giderken, bütün mümkün yolları aynı anda geçtiğini iddia etti. ... Elektron güzel bir şekilde sol yarıktan geçiyor. Aynı anda gene güzel bir şekilde sağ yarıktan da geçiyor. Sonra sol yarığa yöneliyor, sonra birden dönüp sağ yarığa yöneliyor. İleri-geri kıvrılıyor, nihayet sol yarıktan geçiyor. Bu böylece sürüp gidiyor. Feynman'a göre elektron, çıktığı yerden son durağına kadar, her yolu aynı anda "yoklar". [Greene, 1999, s. 110]

Feynman bu olaya getirdiği "kavramsal çözüm"ü aynı zamanda dalga fonksiyonu ile hesaplanan sonuçlarla aynı sonuçları veren farklı bir hesaplama metoduyla destekliyordu:

Feyman gösterdi ki, bu yolların her birine bir sayı atanabilir ve bu sayıların birleşik ortalaması, dalga fonksiyonu yaklaşımıyla hesaplanan probabilitenin aynısını verir. Böylece, Feynman'a göre, elektrona herhangi bir probabilite dalgası eklemeye lüzum yoktur. Bunun yerine, eğer daha fazla değilse, aynı şekilde acayip birşey hayal etmek zorundayız demektir. ... Bu noktada klasik eğitim anlayışınız isyan ediyordur: Nasıl olur da, bir elektron aynı anda farklı yollar alabilir –hem de sonsuz sayıda farklı yollar? Bu size, savunulabilir bir itiraz gibi gelebilir, fakat kuantum mekaniği –bizim dünyamızın fiziği– bu tür basit şikayetleri dizginlemenizi istemektedir. Feynman'ın yaklaşımı ile yapılan hesapların sonuçları, dalga fonksiyonunu kullanarak yapılan hesaplarla, bu hesaplar da deneylerle uyuşmaktadır. Neyin anlamlı olduğunu, neyin olmadığını bırakın tabiat söylesin. Feynman'ın bir defasında yazdığı gibi, "Kuantum mekaniği sağduyu açısından tabiatı saçma olarak tasvir eder. Deneylerle de tam bir uyuşma içindedir. O halde ümit ederim, Tabiatı olduğu gibi kabul edersiniz –saçma." [Greene, 1999, s. 111]

Feynman'ın, elektronla ilgili "her yolu yoklayan bir parçacık" modeline alternatif bir görüş, Bölüm 2'de kısaca belirttiğimiz gibi, gene çift yarık deneyinde bir parçacık olarak fotonun davranışını açıklamak için Deutsch tarafından savunulan paralel evrenler görüşüdür. Deutsch, çift yarık deneyinde fotonların davranışını kuantum mekaniğinin çoklu dünyalar yorumuna göre "gölge fotonlarla" açıklamaktadır:

> Bu şekilde ekranda 10^{12} (bir trilyon) mümkün delik-yer vardır. Bu yüzden de her bir sahici fotona eşlik eden en az bir trilyon gölge foton olmalıdır. [Deutsch, 1997, s. 44]

Görüldüğü gibi, basit bir optik deneyini kuantum teorisinin dayandığı kavramlar çerçevesinde tabii lisanda açıklamak büyük bir mesele olmaktadır. Sonunda gelinen yer, ya tabiatın saçma olduğunu kabul etmek ya da bir fotonun peşine trilyonlarca gölge foton eklemek. Anlaşılan o ki, İbn Rüşd'ün yaklaşık sekiz yüzyıl önce Ptoleme astronomisi için söyledikleri, bugünkü fizik teorileri için de geçerlidir.

Dalga-parçacık düalitesi hakkında diğer bir fizikçi Giancoli, fizik ders kitabında şu tesbiti yapmaktadır:

> Sanki bir çelişki içindeyiz. Bazı deneyler ışığın bir dalga olduğunu gösteriyor; başka deneyler de ışığın parçacık sağnağı olduğunu gösteriyor. Bu iki teori [model?] birbiriyle uyuşmadığı halde, her ikisinin de geçerli olduğu gösterilmiş bulunuyor. Fizikçiler, ışığın bu ikiliğini, hayatın gerçeği olarak kabul etmemiz gerektiği sonucuna varmışlardır. Buna dalga-parçacık düalitesi denilmektedir. Görünüşe göre, ışık, basit bir dalga veya basit bir parçacık ışını olmaktan daha karmaşık bir tabiat olayıdır. [Giancoli,1995, s. 782]

Yazarın son cümlesi bu kavramsal çerçeve içinde bu konuda söylenebilecek belki de en makul söz olmaktadır.

5.3.2 Işığın Hızı Neden c?

Newton mekaniği ışığın hızının pratik olarak sonsuz olduğunu kabul eder. Klasik mekanikte hızların toplamı kuralı geçerli sayıldığı için ışığın hızının sabit olması kabul edilemezdi, çünkü hareket halindeki bir cisimden hareket yönünde çıkan ışınların hızı bu

takdirde $v+c$ olacaktı. Fakat daha sonra Maxwell'in hesapları ışığın elektromanyetik dalga olduğunu ve bu tür dalgaların yayılma hızının boşlukta sabit (yaklaşık $3x10^5$ km/s) olduğunu göstermiştir. Daha sonra Michelson ve Morley tarafından yapılan ölçmelerle de bu değer deneyle sağlanmıştır. Fakat ışığın neden böyle sabit bir hızla yayıldığı bugüne kadar açıklanamamıştır. Einstein da relativite teorisini bu açıklanamayan sabit üzerine kurmuştur. Relativite teorisinde uzunluk ve zaman, hatta kütle gibi temel kavramlar da ışık hızına bağlı olarak tarif edilmektedir.[2]

5.3.3 Işığın Kırılması, Yansıması ve Saçılması

Işığın kırılması ve yansıması parçacık modeline göre tam olarak açıklanamamaktadır. Yapılan iş sadece, gelen ışığın nasıl kırılacağının veya yansıyacağının matematiksel olarak hesaplanmasından başka birşey değildir. Aslında dalga modeli de bu iki olayı açıklayamaz, çünkü "ışık dalgası" kavramı analojik olarak türetildiği için bu modeldeki açıklama da analojik bir açıklamadır. Bilindiği gibi ışık, az yoğun ortamdan şeffaf bir yoğun ortama girdiğinde gelen ışığın açısına bağlı olarak trigonometrik bir bağıntıya göre kırılır.

Işığın, yoğun ortama geçtiğinde hızının azaldığı kabul edilmektedir. Halbuki, ışığın hızında bir azalma olmadığı da düşünülebilir. Şöyle ki: Işık yoğun ortam içinde tam doğrusal bir şekilde hareket edemediği için, yani bir mekan biriminden diğerine geçerken zikzak yaparak gitmek zorunda kaldığı için –toplam mesafe, birim zamanda "boşlukta" aldığı mesafenin aynı olsa da– vektörel olarak daha az mesafe almaktadır. Buna göre, ışığın hızı yoğun ortamda sadece vektörel olarak azalmaktadır.

Işığın yansıması olayında parçacık modeli, fotonların nasıl olup da mikroskopik ölçüde çok pürüzlü bir ayna yüzeyinden düzgün bir şekilde yansıdığını da açıklayamamaktadır.

Işığın saçılması (*diffraction*) olayına gelince: Newton zamanından beri bilinen bir deneyde,[3] ışık demeti katı bir cismin yüzeyine paralel fakat çok yakın olarak yönlendirildiğinde düzgün bir şekil-

2 Bakınız: Einstein, 1962.

3 Bakınız: Newton, 1730/1952; Weinberg, 1993, s. 71.

de yoluna devam etmez, saçılır. Bu olayı parçacık modeline göre açıklamak mümkün değildir. Dalga modeli de saçılmayı tam olarak açıklayamaz, çünkü ışık demeti cisimden biraz uzaklaştırıldığında saçılma ortadan kalkar.

5.3.4 Işığın Kısmi Yansıması

Işığın kısmi yansıması da fizikçileri birkaç yüzyıldır uğraştıran bir konudur. Kısmi yansımanın açıklanmasındaki güçlükleri Feynman şöyle ifade etmektedir:

> Bir cam levhaya doğru 90 derece açıyla giden her 100 fotondan, ortalama 4 tanesi A'ya, 96 tanesi de B'ye gelir. Bu demektir ki, buradaki "kısmi yansıma"da fotonların %4'ü camın ön yüzeyinden yansımakta, kalan %96'sı da içeri geçmektedir. Daha şimdiden büyük bir güçlükle karşı karşıyayız: Işık nasıl olur da kısmen yansıtılır? Her bir foton ya A'ya yahut B'ye gelir –foton, A'ya mı, B'ye mi gideceğine nasıl "karar vermektedir"? (Dinleyiciler gülüşür) Bu size şaka gibi gelebilir ama, sadece gülmek yetmez; bunu bir teoriyle açıklamak mecburiyetindeyiz! Kısmi yansıma halen derin bir sırdır, Newton için de açıklanması çok zor bir problem olmuştur. [Feynman, 1990, s. 17-18].

Görüldüğü gibi, ışığın kırılması, saçılması ve yansımasını mevcut fizik teorilerinin en gelişmişi olan kuantum teorisinin kavramlarıyla açıklamak mümkün değildir. Bütün yapılabilen, sadece ışığın hangi oranda yansıyacağını veya hangi açıda kırılacağını hesaplamaktan ibarettir.

5.3.5 Bazı Fiziksel Sabitler

Fizikte açıklanamayan olaylar dizisinde bazı temel fiziksel sabitler de bulunmaktadır. Temel fiziksel kuvvetlerin –gravite, elektromanyetik, zayıf ve güçlü çekirdek kuvvetleri– büyüklüklerini ve etki mesafelerini birbirine bağlı olarak veya daha temel bir yapı içinde açıklayabileceğimiz bir teori henüz geliştirilememiştir. Daha da önemlisi, elementer parçacıkların –mesela elektron, proton ve nötronun– kütlelerinin neden bilinen değerlerde olduğu (e: 0.511 MeV/c^2, p: 938.28 MeV/c^2, n: 939.57 MeV/c^2) bilinmemektedir. Bu kütleler sanki rastgele seçilmiştir, çünkü bunları bir-

birine bağlı olarak ifade edecek hiçbir bağıntı bulunamamıştır. Fakat iyi bilinen birşey varsa o da, elementer parçacıkların kütlelerinin birbirine bağlı olarak çok hassas bir şekilde tesbit edilmiş olduğudur; öyle ki, herhangi birinin kütlesinde binde bir oranındaki bir değişiklik atomların oluşmasını ve dolayısıyla, içinde yaşadığımız türden bir kainatın varlığını imkansız hale getirmektedir.

Kuantum fizikçileri temel kuvvetlerle ilgili sabitleri ve elementer parçacıkların kütlelerini herhangi bir şekilde açıklamaksızın veri olarak alıp bütün hesaplarını bunlara dayanarak yapmaktadır. Diğer bir ifadeyle, kuantum teorisi hesaplarında bu değerler fiziksel sabit olarak iş görmektedir. Fizikte hergün kullanılan bu sabitlerin mevcut iki teori tarafından da açıklanamaması, fizikçileri yeni teori arayışlarına sevketmiştir. Aşağıdaki bölümde bu arayışların nasıl başladığı ve nasıl gelişmekte olduğu kavramsal bir perspektif içinde kesitler sunularak anlatılmaktadır.

6. Yeni Fiziğin Prensipleri

Kuantum teorisiyle genel relativite teorisinin bütün çabalara rağmen birleştirilememesi birçok fizikçiyi yeni teori arayışlarına sevketmektedir. Bu arayışların başlangıç noktası iki teorinin de, üzerinde yeniden kurulabileceği bir mikro uzay-zaman veya mikro gravite teorisi geliştirmektir. Böyle bir çalışmada en büyük zorluk, genel relativite ve özellikle de kuantum teorisinde açıklanabilen her olayın yeni teoride de açıklanabilmesi için yeni matematik yapılar geliştirilmesidir. Bu da, iki teorinin bütün hesaplarının, yeni teoride de eşdeğer olarak yapılabilmesi için lüzumlu sayılmaktadır. Çalışmalar esas olarak iki ana kolda ilerlemektedir: "*string*" (tel) teorileri ve "spinor" uzaylarına dayanan teoriler.[1]

6.1 String Teorileri

Bu bölümde kuantum teorisiyle genel relativite teorisini birleştirmeyi amaçlayan *string* teorileri ile ilgili olarak bazı fizikçilerin görüşlerini özet olarak aktarmaya çalışacağız. Bu fizikçilerden biri bu alandaki çalışmalara aktif olarak katılan ve string teorisiyle ilgili çalışmaları özetleyen *The Elegant Universe* (Zarif Evren) isimli kitabın yazarı olan Greene'dir.

1 "String teorisi" terimi Türkçeye yanlış bir şekilde "sicim teorisi" diye çevrilmektedir. Aslında doğrusu "tel teorisi"dir, çünkü bu teoriyi geliştiren fizikçiler *string* kelimesini titreşim enerjisi taşıyan bir telin –özellikle bir müzik aletinin telinin– fiziki özelliğinden örnek olarak almışlardır.

6.1.1 Greene

Greene *string* teorileriyle ilgili ilk çalışmaların kuantum fiziğinde bazı problemlerin çözümünün araştırılmasıyla başladığını söylüyor.[2] Daha sonra bu çalışmaların kuantum teorisiyle genel relativite teorisinin birleştirilebileceği "derin" bir teorik yapı oluşturma amacına yöneldiğini belirterek bu iki teorinin de tabiatı anlamada yetersiz kaldığını hatırlatıyor:

> Kuantum mekaniği ve genel relativitenin böyle derin bir anlayışı sağlamadığına dair çok kanıt vardır. [Greene, 1999, s. 117]

Greene, genel relativite ve kuantum mekaniğinin bazı fiziksel problemler üzerinde nasıl çelişkili sonuçlar verdiğini şöyle ifade ediyor:

> Çok küçük ölçülerde, kuantum mekaniğinin temel özelliği –belirsizlik prensibi– genel relativitenin temel özelliğiyle –uzayın ve (uzay-zamanın) pürüzsüz geometrik yapısıyla– doğrudan bir çatışma içindedir. Uygulamalarda bu çatışma kendisini çok somut bir şekilde göstermektedir. Genel relativite ve kuantum mekaniğinin denklemlerini birleştiren hesaplar hep aynı saçma sonucu vermektedir: Sonsuzluk. [Greene, 1999, s. 129]

Ve bu tür sonsuzluklarla başedebilmek için fizikçilerin neler yaptığını bu paragrafa eklediği bir notunda şöyle anlatıyor:

> Gravitasyon kuvveti dışındaki diğer üç kuvvetin [elektromanyetik kuvvet, zayıf ve güçlü çekirdek kuvvetleri] kuantum teorilerinin geliştirilmesi sırasında fizikçiler, sonsuzluk çözümleri veren hesaplarla karşılaştılar. Fakat, zamanla bu tür sonsuzlukların, "renormalizasyon" olarak bilinen bir teknikle giderilebileceğinin farkına vardılar. Ancak, genel relativite ve kuantum mekaniğini birleştirme çabaları sırasında ortaya çıkan sonsuzluklar çok daha ciddi olup, renormalizasyon tedavisiyle düzeltilemezler. Ama artık fizikçiler şunu anlamışlardır: Bu tür sonsuzluklar, teoriyi kullanarak incelenen âlemin, teorinin uygulanabilirlik sınırlarını aştığını göstermektedir. [Greene, 1999, s. 396]

Greene, fizikçilerin bu duruma seyirci kalamayacaklarını ifade ederek şöyle devam ediyor:

2 Bakınız: Greene, 1999, s. 136-138.

> ... fizikçiler, tabii ki, evrenin en derin ve en temel bilgisinin kendilerine açıldığını hissedinceye kadar durmayacaklardır. Stephen Hawking'in, "Tanrı'nın zihnini" bilmeye doğru ilk adım saydığı, işte bu durumdur. [Greene, 1999, s. 117]

Hawking'in "Tanrının zihni" (*the mind of God*) sözüyle, panteist görüşe sahip bazı fizikçilerin kabul ettiği gibi bütün "evren"i ve bunun yasalarını kastettiği anlaşılıyor. Fakat, Yaratılış'ın en derin ve en temel bir şekilde anlaşılması keyfi olarak seçilmiş kavram sistemleri içinde nasıl mümkün olabilir?

Greene, standart teorinin, gravitasyonu kuantum teorisiyle bütünleştirememesinin yanında, diğer bir yetersizliğine daha işaret ediyor. Elementer parçacıkların kütleleri ve özelliklerinin bu teoriyle açıklanamaması.[3] Bu durumda parçacıkların kütleleri ve özellikleri sanki rastgele dağıtılmış görünmektedir, çünkü standart teori bu parçacıkları ve özelliklerini deneysel veri (*input*) olarak almaktadır.

Greene *string* teorilerinin genel relativite ve kuantum mekaniğini birleştirebilecek bir temel oluşturacağını anlatırken, *string*leri alfabenin harflerine benzeterek şöyle devam ediyor:

> Aynı şekilde bir string, sadece bir teldir–bundan daha temel birşey olmadığından, başka bir maddeden meydana geldiği söylenemez. Birinci cevap budur. İkinci cevap, string teorisinin, tabiatın doğru veya nihai teorisi olup olmadığını henüz bilmediğimiz gerçeğine dayanıyor... [Greene, 1999, s. 141-142]

Biz deriz ki, *string* teorisi veya maddesel parçacıkları esas alan hiçbir teori ışık hızının boşlukta neden sabit olduğunu açıklayamaz. Maddenin nihai bileşenlerinin maddesel parçacıklar olduğunun kabulü de temelsiz bir kabuldür.

Greene, bazı tanınmış kuantum fizikçilerinin daha önce alternatif teoriler üzerinde düşündüğünden bahsederek ne tür zorluklarla karşılaşıldığını şöyle anlatıyor:

> Uzun yıllar önce, Pauli, Heisenberg, Dirac ve Feynman gibi teorik fiziğin en büyük isimleri tabiatın bileşenlerinin noktalar değil, fakat küçük ve kıvrıntılı "kabarcıklar" veya "parçalar" olabileceğini

3 Bakınız: Greene, 1999, s. 142.

düşünmüşlerdi. Bunlar ve öteki fizikçiler, temel unsuru nokta olmayan bir teori kurmanın çok zor olduğu sonucuna varmışlardı. Böyle bir teorinin, kuantum mekaniği probabilitesinin sakınımı (fizik nesnelerin evrenden hiçbir iz bırakmadan kaybolmasını önlüyor) ve ışıktan hızlı mesaj iletiminin imkansızlığı gibi en temel fizik prensipleriyle çelişmemesi gerekiyordu. Birçok yönden, bu fizikçilerin yaptıkları araştırmalar tekrar tekrar göstermiştir ki, nokta-parçacık kavramı çıkartıldığında bu prensiplerden biri veya ikisi sağlanamamaktadır. [Greene, 1999, s. 157-158]

Sonuç ne olursa olsun, "fiziksel gerçekliğin" bileşenleri nokta olamaz, çünkü *nokta* fiziksel bir kavram değil geometrik bir kavramdır. Geometri ise, fiziki dünyada mekanın sadece mücerret bir temsili üzerinde hesap yapmamızı sağlayan bir lisan aracıdır. Bir nokta hiçbir varlık ve bilgiyi temsil edemez, çünkü tarife göre boyutsuzdur.

Bu yüzden "nokta-parçacık" kavramı, her ne kadar hesaplamalara uygun bir kavram olsa ve "olayları kurtarmaya" yarasa da, fizikte sadece bir hayalden ibarettir. Bu tür boş kavramlardan temizlenmiş bir fizik teorisi mutlaka geliştirilmelidir. Aksi takdirde bu kavramlar eninde sonunda fizikte gene ciddi meseleler çıkartmaya devam edecektir.

Tabii ki, burada bir tek kavramı değiştirmek meseleyi halletmeye yetmeyecektir. Daha önce bilim felsefecileri, Aristo'nun tarif ettiği uzay, zaman ve hareket kavramlarını tartışıp alternatif kavram sistemleri geliştirmiş olsalardı, fizikte geri dönülmez bir yere gelmeden önce alternatif yaklaşımlar ve teoriler geliştirilebilirdi. Greene daha sonra aynı konuya tekrar dönerek şunları söylüyor:

Fakat, string teorisinin gösterdiği üzere, alışageldiğimiz boyutsuz nokta-parçacık kavramı gerçek dünyada yeri olmayan matematik bir idealleştirmedir. Aynı şekilde sonsuz incelikte ve tek boyutlu bir tel, matematik idealleştirme değil midir? Acaba string'lerin –iki boyutlu bir bisiklet iç lastiği veya daha gerçekçi olarak, iki boyutlu ince bir bisküvi gibi– bir kalınlığı olamaz mı? Heisenberg, Dirac ve diğerlerinin, üç boyutlu parçalar üzerine kurulan bir kuantum teorisi geliştirmeye çalışırken, karşılaştığı aşılmaz zorluklar, araştırıcıları, bu tabii düşünce zincirini takip etmekten tekrar tekrar caydırmışlardır. [Greene, 1999, s. 165]

Burada da görüldüğü gibi, boyutsuz nokta kavramıyla, kütle ve enerji kavramlarının bir araya getirilerek "gerçek dünyanın" anlaşılmasının mümkün olup olmadığı hâlâ bir soru olarak ortaya konulmaktadır. Tek boyutlu *string* (tel) kavramı da aynı şekilde, gerçek dünya ile alakası olmayan geometrik bir kavramdan başka birşey değildir.

Greene, 1990'ların ortalarında *string* teoricilerinin, daha fazla boyutlu temel cisimciklerin bu teoride önemli bir rol oynadığını idrak ettiklerini söylüyor. Şimdi artık *string* teoricilerinin iki boyutlu disk şeklindeki yapı taşlarından, üç boyutlu kabarcık şeklindeki yapı taşlarına kadar, hatta daha başkalarını da düşündüklerini ifade ediyor. Tekrar edecek olursak; nasıl, boyutsuz noktanın gerçek dünyada bir yeri yoksa, tek boyutlu tellerin, hatta iki boyutlu disklerin de gerçek dünyada yeri yoktur. Hatta daha da ötesi, geometrik manada üç boyutlu cisimlerin de gerçek dünyada yeri olamaz. Çünkü geometride diğer boyutlar, boyutsuz noktanın hareketi ile tarif edilmektedir. Yeri olmayan yani mekanı olmayan, bir "şey" bile değildir, yani bir "varlık" bile değildir. Olmayan birşeyin de ne kütlesinden ne de enerjisinden bahsedilebilir.

Greene, *string* teorisinin geleceği ile ilgili çok ümitli ifadeler kullanmaktadır:

> Bu yüzden, nokta-parçacık dışında herhangi birşey üzerine bir kuantum teorisi bulmak uzun süre imkansız göründü. String teorisinin en etkileyici tarafı şudur: Yirmi yıldan fazla bir süredir yapılan dikkatli çalışmalar göstermiştir ki, bu teori, her ciddi fizik teorisinde aranan bütün özellikleri sağlamaktadır. Daha da ötesi, graviton titreşim modeliyle birlikte, string teorisi, çekim kuvvetini de ihtiva eden bir kuantum teorisidir. [Greene, 1999, s. 158]

Biz deriz ki: Fiziğin bugüne kadar ihmal edilmiş temel kavramlarının hepsi gözden geçirilmedikçe *string* teorileri de öncekiler gibi olayları kurtarmaktan başka bir amaca hizmet etmeyecektir, çünkü bu çabalarda eksik olan en önemli husus fizik ile gerçeklik arasındaki alakanın kaybedilmiş olmasıdır.

6.1.2 Abdus-Selam

Davies ve Brown'ın fizikçilerle yaptıkları konuşmaları ihtiva eden *Superstrings* kitabında Abdus-Selam, string teorileri konusunda ümitli konuşuyor:

> Sonunda, nokta parçacıkların alan teorisinin yerine geçecek bir teori bulduk. Geçmişte kuantum teorisinde aşılamayan zorlukların sebebi işte bu nokta parçacıklardı. [Davies & Brown, 1997, s. 171]

Abdus-Selam, Öklid (*Euclides*) zamanından kalma bir kavramın, genel relativite ile kuantum teorisinin birleştirilmesi yolundaki çabaları nasıl engellediğine işaret ediyor. *Superstring* teorisinin bu kavramsal hatayı ortadan kaldırabileceğini söylüyor:

> Nokta parçacığı, sonlu büyüklükte bir şeyle –büyüklüğü 10^{-33} santimetre olan bir string ile– değiştirdik. [Davies & Brown, 1997, s. 171]

Ancak, acaba sadece bu değişiklik iki teorinin birleştirilmesi için yeterli olacak mıdır? Abdus-Selam devam ediyor:

> Şimdi anlamaya başlıyoruz ki, [yeni teoride] önce Planck'ın kadarlılık [kavramı] esas alınmalıdır; Einstein'ın gravitasyon kavramı, tali kavram olarak ortaya çıkacaktır. [Davies & Brown, 1997, s. 173]

Abdus-Selam, burada da kadarlılığın (*quantization*) esas kavram olarak alınması gerektiğini söylüyor. Sonra, Feynman'ın da söylediği gibi, bugüne kadar geliştirilmiş hiçbir fizik teorisinin, elementer parçacıkların –mesela elektron, proton ve nötronun (e, p, n)– kütleleri arasında ne gibi bir bağıntı olabileceği konusunda hiçbir şey söylemediğini ifade ediyor:

> Kütleler hakkında öngörüler yapabilmemizi sağlayacak doğru dürüst bir teori yoktur. [Davies & Brown, 1997, s. 173]

Sadece bu değil, "kütle"nin ne olduğuna dair mevcut fizik literatüründe hiçbir bilgi bulunmamaktadır. Kütlenin enerji cinsinden tarif edilmesi de meseleye açıklık getirmeyecektir. Çünkü, o zaman "enerji"nin ne olduğunun bilinmesi gerekiyor. Fizik formüllerinde enerji, bir sistemin sahip olduğu toplam iş yapma "kredisi" olarak gösterilir, fakat enerjinin daha temel kavramlar üzerinden tarif edilebilmesi gerekir. Böyle bir tarifi şimdiki fizik teorilerinin kavram sistemi içinde yapmak mümkün değildir.

Abdus-Selam *string* teorileriyle ilgili olarak enteresan birşey daha söylüyor:

> Tabiat basittir, ama eğer ona doğru bir şekilde bakarsak. Mesela, ben, Tanrı'nın sadece iki boyut yarattığına inanıyorum, biri uzayın boyutu, diğeri de zamanın. [Davies & Brown, s. 176]

Ve devam ederek bu teorinin iki boyutta formüle edilebileceğini söylüyor.

6.1.3 Witten

Davies & Brown'ın *Superstrings* kitabında, *string* teorileri üzerine aktif olarak çalışan fizikçilerden biri olan Witten'in çalışmaları da anlatılmaktadır. Witten aynı zamanda parçacık fiziğinin önde gelen isimlerinden ve kuantum kromodinamiğine de önemli katkıları olmuş bir fizikçidir. Feynman zamanında bilinen parçacıkların etkileşimleri kuantum elektrodinamiği ile açıklanıyordu. Fakat bu teori elektromanyetik etkileşimler için geliştirilmişti ve çekirdek kuvvetlerinin etkileşimlerini açıklamada yetersiz kalıyordu. Ayrıca, daha sonra bulunan parçacıkların sayısı 100'leri aşınca bu teori daha da geliştirilerek kuantum kromodinamiği haline dönüştürüldü. Parçacık fiziğinde halen bu teori kullanılmaktadır. Witten burada fiziğin en gelişmiş iki büyük teorisinin birleştirilmesindeki engelleri hatırlatarak şunları söylüyor:

> Modern fizikte temel problem bu iki sütunun [relativite ve kuantum teorisinin] birleştirilemeyişidir. Eğer graviteyi kuantum mekaniği ile birleştirmeye kalkarsanız, fizik açısından anlamsız bir durumla karşılaşırsınız. Kuantum gravitesi diye formüller yazarsanız, çeşitli türden sonsuzluklarla karşılaşırsınız. [Davies & Brown, 1997, s. 90]

Bu sonsuzlukların ve bu iki teori arasındaki uyuşmazlığın ortadan kaldırılmasının *string* teorisinin amacı olduğunu ifade ediyor:

> Bu yüzden, string teorsiyle ilgili olarak unutulmaması gereken en önemli şey, uzun yıllar fiziğin merkezindeki bir meseleyi aşma amacını taşımasıdır: Gravite ve kuantum mekaniği arasındaki çelişkiler. [Davies & Brown, 1997, s. 91]

Daha sonra da, bu tür sonsuzlukların, noktasal kütle üzerinden yapılan hesaplarda alan denklemlerinin çözümü sırasında nasıl ortaya çıktığına temas ederek devam ediyor:

> ... elektron gibi bir parçacığı alıp onu nokta cisim olarak düşünürseniz, onun elektrik ve gravitasyon alanlarını da ciddiye alırsanız, [yapacağınız hesaplarda] elektronun elektrik alanında sonsuz bir enerji, gravitasyon alanında da sonsuz bir enerji bulursunuz. [Davies & Brown, 1997, s. 92]

Ve *string* modelini bir benzetmeyle şöyle açıklıyor:

> Elektron, graviton, foton, nötrino ve diğer parçacıklar, temelde bir telin farklı [titreşim] harmonikleridir; aynı bir keman telinin çıkardığı seslerin, bir telin harmonikleri olduğu gibi. [Davies & Brown, 1997, s. 93]

Görüldüğü gibi, Witten burada elementer parçacıkları "string" kavramı üzerinden tarif etmeye çalışıyor. Bu modele göre "string"ler çeşitli enerji düzeylerinde titreşebildiklerinden, bu titreşimlerin her kadarlı (*quantized*) enerji seviyesine bir parçacık tekabül ettirmek mümkündür. Aşağıda önemli bir tesbitte bulunuyor:

> ... birbiriyle çelişen fizik teorilerini birleştirmeye çalışmak, esas [teorik] gelişme için çok iyi bir yoldur. Yirminci yüzyıldaki bazı gelişmelere bakarsak, Einstein'ın özel relativite teorisi, zamanının iki büyük teorisini, yani Maxwell'in elektrik teorisiyle Newton mekaniğini uzlaştırma arzusundan ortaya çıkmıştır. Aynı şekilde Einstein'ın genel relativite teorisi de, kendi özel relativitesini Newton'cu gravite ile uzlaştırma çabasından ortaya çıkmıştır. Nihayet, kuantum alan teorisi de relativistik olmayan kuantum mekaniğini özel relativite ile uzlaştırma çabasından ortaya çıkmıştır. [Davies & Brown, 1997, s. 97]

Fakat bu örneklerde gözden kaçırılan husus şudur: Kuantum teorisi de, genel relativite teorisi de, önceki teorilerin kullandığı bazı temel kavramları kullanmaktadır. Geliştirilecek yeni teoride ise bu kavramların yerine yeni kavramlar gerekmektedir. Diğer bir ifadeyle, yeni teori belki bu kavram ağacının kökten değiştirilmesini gerektirecektir. Witten devam ederek daha da önemli tesbitlerde bulunuyor:

> Fizikçi olmaktan gaye, sadece birtakım hesapların nasıl yapıldığını öğrenmek değildir, dünyanın nasıl çalıştığının prensiplerini an-

lamaktır. Daha önce işaret ettiğim gibi, fizik, esas itibarıyla kavramlar keşfetme işidir. [Davies & Brown, 1997, s. 98]

Bunlar çok önemli tesbitler ama "kavramlar keşfetmek" (*discovering concepts*) yerine "kavramlar icad etmek" (*inventing concepts*) demesi gerekirdi. Gerçekliğin, bir "referans kitabı" olsaydı, ancak öyle bir kitaptan bazı kavramlar keşfedilebilirdi, yoksa kavramları siz icad etmek zorundasınız. Witten kavramlarla bağlantılı sözlerinde fizikçi olmanın amacını şöyle ifade ediyor:

> ... herşeyden ziyade, keşfetmek istediğimiz şey, içinde string teorisinin tabii olarak yer alacağı, benzetmeli, kavramsal, mantıki bir çerçevedir; aynı, genel relativite teorisinin kendi terimleri içinde olduğu gibi. Bunu keşfetmek istiyoruz, çünkü, dünyanın nasıl çalıştığının kavramlarını keşfetmek, fizikçi olmanın gayesidir zaten. [Davies & Brown, 1997, s. 98]

Burada da, Witten gene aynı önemli hususu tekrarlıyor. Fizik, birçok fizikçinin zannettigi gibi sadece bir teorik yapı içine girip birtakım hesaplar yapmak değildir. Bu tür hesapları yapay zeka programlarına daha iyi yaptırmak mümkündür. Mesela, kuantum kromodinamiğine göre parçacıklar arası etkileşimleri elle hesaplamak son derece saçma bir iştir. Bu işin kuralları bir yapay zeka programına öğretilebilir ve bu teori içindeki etkileşim hesapları ona kolayca yaptırılabilir. Hatta bu tür programlar yardımıyla çelişkiler bile çözümlenebilir.[4]

6.1.4 Weinberg

Yukarıda fizik ve gerçeklik konusundaki bazı görüşlerini ele aldığımız fizikçilerden Weinberg, *Dreams of a Final Theory* (Son Teori Hayalleri) isimli kitabının bir bölümünü geleceğin "son teorisi"nin hangi özelliklere sahip olacağı konusunda bazı tahminlere ayırıyor. Bu tahminlerinden biri şudur:

> Bana göre, nihai teoride bugünkü fizikten muhtemelen değişmeden yer alacak yegane kısım kuantum mekaniğidir. [Weinberg, 1993, s. 211]

4 Bu konuyla ilgili olarak yaptığımız bazı program çalışmaları için bakınız: Kocabaş, Ş., 1991; Kocabaş, Ş. & Langley, P., 2000.

Kuantum teorisinin en temel kavramlarının değişmeden "nihai teoriye" geçmesi mümkün değildir. Daha da ötesi, bugünkü teori anlayışının da değişmesi gerekmektedir, çünkü mevcut anlayışla aynı olayları açıklamak için farklı teoriler geliştirilse, bu olayları hesapla öngördükleri sürece hepsi de aynı şekilde geçerlidir. Bunlar arasında nasıl seçim yapılacaktır? Nitekim daha şimdiden birçok *string* teorisi üzerinde çalışmalar yapılmaktadır.

> Bu yüzyıldaki tecrübelerimize dayanarak, genel olarak nihai teorinin, simetri prensiplerine dayanacağı farzedilmektedir. Bu simetrilerin, gravitasyon ile, standart modeldeki elektromanyetik, zayıf ve güçlü çekirdek kuvvetlerini birleştireceğini ümit ediyoruz. [Weinberg, 1993, s. 212]

Simetri kavramı fiziğin birçok alanında değişik biçimlerde kullanılan önemli bir fiziksel kavramdır, fakat bu kavram tek başına birşey ifade etmez; çünkü buna bağlı bir dizi kavramla beraber iş görmektedir. Bunlardan biri *fiziksel etkileşim*, diğeri *hesaplama* kavramıdır. Fiziksel etkileşimlerin hemen hepsinde belli bir hesaba göre simetriyi bulmak mümkündür –aksi halde tabiatta nizam (düzenlilik) olmazdı.

Ancak simetri, sadece bildiğimiz manada fiziksel etkileşimler için geçerli bir kavram olmakla kalmaz, etkileşimsiz hareketler için de geçerlidir. Mesela, ışığın yansımasında etkileşime uğramayan ışık demetleri parlak yüzeylerden belli bir geometrik simetriye uygun olarak yansır.

Weinberg, *string* teorisinin başlangıçta, kuantum kromodinamiği geliştirilmeden önce güçlü çekirdek kuvvetlerini açıklayabilmek için geliştirildiğini hatırlatıyor. *String*ler başlangıçta tek boyutlu ve sonsuz sayıda titreşim durumunda olabilen çok küçük nesneler şeklinde düşünülüyordu. Bu teoriyle yapılan hesaplara göre sonsuz durumlardan birinin de –kapalı bir *string* için– sıfır kütleli ve spin sayısı iki olan bir parçacığa tekabül ettiği bulundu ki bu, gravitasyon ışımasının parçacığı olarak kabul edilen gravitondu. Ne var ki, bu parçacığın etkileşiminin kuvveti gravitasyonun yüz trilyon kere trilyon kere trilyon katı kadardı!

Weinberg kuantum alan teorilerinde sonsuzluğun nereden kaynaklandığını açıklıyor ve "uygun bir şekilde" formüle edilen *string* teorilerinde bu tür sonsuzlukların olmayacağına işaret ediyor:

> Kuantum alan teorisindeki sonsuzluklar, bu alanların nokta parçacıkları tarif etmiş olmalarına dayandırılabilir. (Örnek olarak, iki elektronu aynı noktaya koyarsak, ters kareler kanunu bize sonsuz bir kuvvet verir.) Diğer taraftan, gerektiği gibi formüle edilmiş string teorileri, sonsuzluklardan ari görünmektedir. [Weinberg, 1993, s. 216]

Weinberg daha sonra *string* teorilerinin binlerce versiyonunun ortaya çıktığını, fakat bunların aslında farklı teoriler olmayıp aynı genel teorinin farklı çözümleri (modelleri?) olduğunu söylüyor. Ancak bu "teorilerin" herbirinin kendi uzay-zaman simetrileri olduğunu da belirtiyor. *String* teorileriyle, önceki bütün teoriler arasındaki başlıca farkın, bunlardaki uzay-zaman ve iç simetrilerinin sonradan eklenmeyip kuantum mekaniğinin kurallarının, her *string* teorisinde sağlanmasının matematik sonucu olarak ortaya çıktığını söylüyor.

Weinberg, *string* teorilerinin çok zahmetli çalışmalar gerektirdiğini, birçok fizikçinin bunlara zaman ayıramadığını ve ancak pek az sayıda fizikçinin bu konudaki yayınları takip edebildiğini söylüyor. Şimdiye kadar da gravitasyonla kuantum teorisini birleştirebilecek bir teorinin henüz ortaya çıkmadığını ifade ediyor:

> Maalesef, şimdiye kadar hiç kimse, özgün uzay-zaman ve iç simetrilerler ve tabiatta gördüğümüz kuarkların ve leptonların listesiyle çakışan bir string teorisi bulamanuştır. Ayrıca, mümkün string teorilerini nasıl sınıflandıracağımızı veya bunların özelliklerini nasıl değerlendireceğimizi de henüz bilmiyoruz. Öyle görünüyor ki bu meseleleri çözmek için, geçmişte çok iyi iş görmüş olanların ötesinde, yeni hesaplama metotları icad etmemiz gerekiyor. [Weinberg, 1993, s. 219]

Biz deriz ki, sadece yeni hesaplama metotları değil, aynı zamanda yeni kavramlar da bulmak gerekiyor. *Süperstring* teorisinin başarılı olabilmesi için, herşeyden önce bunun nasıl bir kavramlar yapısına sahip olması gerektiği araştırılmalı ve bunun bir kavram ağacı çıkarılmalıdır. Bu teoriyi geliştiren fizikçilerin karşılaştıkları

en büyük zorluk, sahip oldukları tabii lisanın böyle bir teoriyi geliştirecek kavramlara sahip olmamasıdır.

Weinberg devam ederek fiziğin amacını şöyle tarif ediyor:

> Gene tekrarlıyorum: Fiziğin en temel seviyede gayesi, sadece dünyayı tasvir etmek değil, onun neden böyle olduğunu açıklamaktır. [Weinberg, 1993, s. 219]

Weinberg, daha önce gördüğümüz gibi, dünyanın anlamsız (*pointless*) olduğunu söylemişti, acaba bu ifadesine göre fiziğin en temel gayesi, dünyanın neden böyle –anlamsız– olduğunu açıklamak mı olacaktır?

Weinberg, halen açıklanamayan fiziksel sabitlere işaret ederek bunların simetri prensiplerinden çıkarılabilmesi gerektiğini söylüyor. Kozmolojik sabitin fizikte Einstein tarafından ortaya atıldığını hatırlatıyor. Newton mekaniği ve genel relativite teorisi için de söz konusu olan hesaplarda evrenin gravitasyon etkisi altında neden çökmediğini açıklamak için Einstein, denklemlerine bir terim daha ilave etmişti. Bununla uzak mesafelerden etki eden bir itme kuvvetini kabul ediyordu ki, böylece galaksilerin gravitasyon etkisiyle neden birbirine yaklaşıp çökmediklerini açıklıyordu. Kozmolojik sabit, alan denklemlerinde bu dengeyi sağlayan bir sabittir. Weinberg, farklı string teorilerinin her birinin kozmolojik sabit için farklı değerler verdiğini söylüyor.

6.1.5 Peat

Son olarak fizikçi David Peat'in, *string* teorisini geliştiren fizikçilerin yaptıkları çalışmaları yakından izleyerek hazırladığı *Superstrings* kitabında anlattığı bazı malumatın değerlendirmesine geçebiliriz. Peat, yeni teorinin nasıl geliştirildiğini anlatırken, "string" kavramının ilk defa, bir Japon fizikçisi olan Nambu tarafından, bazı elementer parçacıkların modellendirilmesinde kullanıldığını, daha sonra Green ve Schwarz tarafından yeniden ele alınıp "herşeyin teorisi"ni (*theory of everything*) kurmak amacıyla geliştirildiğini söylüyor:

> İlk string teorisi, Yoichiro Nambu tarafından 1950'lerin sonlarında, ağır elementer parçacıklar için farklı bir model olarak geliştirilmişti. [Peat, 1997, s. 2]

Peat, "string" kavramının, bu teorideki yerini şöyle ifade ediyor:

> Atom altı madde, 10^{-33} cm gibi çok küçük bir uzunluğa sahip kuantum stringleri cinsinden gösteriliyordu. ... Bu stringler, sadece elementer parçacıkların yapısını açıklamakla kalmayıp, aynı zamanda tabiattaki dört temel kuvvetin etkileşimleri –hatta belki uzay-zamanın alt yapısı– için tabii bir açıklama getirmektedir. [Peat, 1997, s. 3]

Peat'e göre, bu teori geliştirildiği zaman, sadece elementer parçacıklara bakış açısını değiştirmekle kalmayıp, fizikte halen kullanılan matematiksel lisanı da tamamen değiştirecektir:

> ... bu teori, sadece elementer parçacıklara yeni bir yaklaşım sağlamakla kalmaz, daha derin bir şeye, bilimsel gerçekliğin ifade edildiği matematik lisanın tam bir yenilenmesine de yol açmaktadır. [Peat, 1997, s. 4]

Daha sonra, superstring teorilerinin şimdiden bazı meseleleri çözme yolunda olduğuna işaret ederek bu çalışmaların fizikte daha derin bazı değişikliklere yol açabileceğine işaret ediyor:

> ... Bu başarılara karşılık, süperstringler daha derinlere işaret ediyor, çünkü bunlar bilim adamlarını ve matematikçileri, fiziğin kalbine bakmaya ve 350 yıldır kullandıkları matematik lisanı değiştirmeye zorluyor. Bunun devrim sayılabilecek sonuçları, bir elementer parçacık teorisinin ötesinde, yepyeni ve daha ince bir tasvir yapısı ve yeni matematik lisanları geliştirmeye yol açabilir. [Peat, 1997, s. 6]

Fakat, yeni matematik lisanın hangi kavramlara dayanarak kurulacağını açıkça ifade etmiyor. Peat, *string* teorisine alternatif bir teori geliştirmeye çalışan Penrose'un çalışmalarından da bahsediyor:

> Roger Penrose, twistor denen yeni matematik nesneler kullanarak kendi yaklaşımını geliştiriyordu... Bir süperstring teorisine ve twistorların gelişine kadar, kuantum teorisi sürekli alanlar kavramı ve boyutsuz noktaları esas alan bir geometri üzerine kurulmuştu. [Peat, 1997, s. 4]

Peat devam ederek boyutsuz nokta ve sonsuz bölünebilirlik olarak tarif edilmiş olan süreklilik kavramının artık terk edilmesinin söz konusu olduğunu açıkça ifade ediyor:

> Süreklilik, uzayın sınırsız bir şekilde, daha küçük ve daha küçük bölgelere bölünebilirliği demektir. Sonsuzluk, süreklilik, sonsuz küçük bölgeler ve boyutsuz noktalar, yirminci yüzyıl fiziğinin miras olarak aldığı matematik türleri için esastır... Daha sonraki bölümlerde göreceğimiz gibi, bu fikirlerden kurtulmak istememizin derin sebepleri bulunmaktadır. Muhtemeldir ki, fiziğin içinde bulunduğu birçok güçlük, bu ithal kavramlara kadar izlenebilir. [Peat, 1997, s. 4-5]

Böylece, yeni teorilerin geliştirilmesinde meselenin kavramsal yönü artık iyice idrak edilmiş olmaktadır. Ancak bize göre, bunu başaracak fizikçilerin sadece fizik ve matematik değil, felsefe de bilmeleri gerekiyor. Ayrıca artık bilim felsefecilerinin de yeni fiziğin gelişmesine yardımcı olmalarının zamanı çoktan gelmiş bulunmaktadır.

Peat, şimdiye kadar fizikçilerin, elementer parçacıkların ne olduğunu açıklayamadıklarını, fakat sadece onları bazı özelliklerine göre sınıflandırdıklarını söylüyor:

> Elementer parçacıklar nedir? ... Elementer parçacıklar, maddenin ilkel halidir, bütün evren de, bu çok sayıda temel varlıklardan inşa edilmiştir. ... Şimdiye kadar fizikçilerin yapabildiği, bu parçacıkları çeşitli özellik veya simetri gruplarına göre sınıflandırmak olmuştur. Fakat, sonunda, elementer parçacıkları bu şekilde sınıflandırmalar, sadece bir dizi yeni sorulara yol açmıştır. [Peat, 1997, s. 11]

Kuantum teorisinde ayrıca bazı ciddi hesaplama problemleri bulunduğunu da hatırlatıyor ve aslında sabit çıkması gereken bazı fiziksel değerlerin hesaplarda sonsuz bulunduğunu ve bu tür sonsuzlukların bu teorinin dayandığı uzay-zaman geometrisinden kaynaklandığını ifade ediyor:

> Kuantum alan teorisiyle ilgili de çok ciddi problemler vardı, özellikle parçacıkların tarif edildiği matematik çerçeve. Ne zaman önemli bir sabit hesaplansa, hep sonsuz değerlerle karşılaşılıyordu. ... Acaba bu sonsuzluklar, uzay-zamanın sonsuz bölünebilirliği düşüncesinden ve geometrinin yapı elemanı olarak boyutsuz noktaların kullanılmasından mı kaynaklanıyordu? [Peat, 1997, s. 11-12]

Peat daha sonra, mevcut iki fizik teorisiyle açıklanamayan bazı kavramların ve meselelerin geleceğin teorisi tarafından açıklanması gerekeceğine işaret ediyor:

> Kütle nedir? Tabiat hakkında temel bir teori, kütlenin mahiyetini ve kaynağını açıklayabilmelidir. Bazı elementer parçacıkların neden ötekilerden daha ağır olduğunu, parçacıklarının tam kütlelerinin, tabiat sabitleriyle nasıl bağlantılı olduklarını ve evrenin orijinini ve yapısını da açıklamalıdır. [Peat, 1997, s. 13]

Ve halen cevap bekleyen öteki soruları da sıralıyor:

> Tabiatta neden dört kuvvet vardır? ... Elementer parçacıkların simetrileri nedir? ... Uzay neden üç boyutludur? ... Kozmolojik sabit neden sıfırdır? [Peat, 1997, s. 13-17]

Peat, yeni teoriyle ilgili çalışmaların neden ciddi bir şekilde devam ettiğini şöyle ifade ediyor:

> Modern fizik ikiz bir temel üzerine kurulmuştur –kuantum teorisi ve relativite. Fakat, dünyanın önde gelen fizikçilerinin yarım yüzyıldır çok sıkı çalışmalarına rağmen, bu iki teori inatla, birleştirilmeyi reddemiş olup çelişkili ve uzlaşmaz bir şekilde varlıklarını devam ettirmektedirler. [Peat, 1997, s. 17]

Genel relativite teorisinin de geometrik bir teori olduğunu hatırlatıyor:

> Fakat, gravite sadece bir kuvvet değil, aynı zamanda uzay-zamanın bükülmesidir. Einstein bize, çekim kuvveti gibi görünen şeyin aslında uzay-zamanın bükülmesi olduğunu öğretmiştir. [Peat, 1997, s. 18]

Peat, Einstein'ın klasik fiziğin uzay ve zaman kavramlarını kökten değiştirmesine karşılık süreklilik kavramını olduğu gibi aldığını söylüyor:

> Einstein, Newton'un uzay ve zaman kavramlarını devirdi, ama zamanın sürekli olduğunu kabule devam etti. [Peat, 1997, s. 19]

Eski Yunan düşüncesinden gelen ve hiçbir dayanağı bulunmayan bu kavramın neden yüzyıllarca tartışmasız kabul edildiğine aslında şaşmamak gerekir, çünkü bilimin gelişmesi sırasında, kavramsal analizin önemi neredeyse tamamen ihmal edilmiştir.

> Elementer parçacıkların ölçülerinde, enerji dalgalanmaları ciddi bir mesele oluşturmamaktadır. Fakat, daha küçük bölgelerde, ödünç alınan enerji uzay-zamanı bükebilir. ... Gerçekten de 10^{-33} cm'de, ödünç alınan enerji, uzayı kendi etrafında, küçük kara delikler bile oluşturacak şekilde bükebilir. [Peat, 1997, s. 20]

Yani, Heisenberg'in belirsizlik prensibine göre $\Delta E.\Delta t = h/2\pi$ formülü ile belirlenen miktarda enerjiyi (ΔE) bir sistem, çevresinden alıp Δt zamanı süresince tutabilir. Δt zamanı etkileşim mesafesiyle ters orantılıdır ve bu mesafe ne kadar kısa olursa ödünç alınan enerji miktarı da, o kadar büyük olabilir –ki, mesela yukarıda ifade edildiği gibi 10^{-33} cm olursa, bu enerji dev boyutlara ulaşmaktadır. Bu enerjinin de uzayı Δt zamanı süresince kendi etrafında fazlaca bükmesi, yani çok kuvvetli bir gravitasyon alanı meydana getirmesi söz konusu olacaktır ki, bu da genel relativite teorisiyle çelişen bir durum meydana getirmektedir. Bu paradokstan kurtulmanın tek yolu, uzunluğun –dolayısıyla da uzay-zamanın– kadarlı (*quantized*) olduğunun kabul edilmesidir.

Peat, birçok kuantum fizikçisinin, yaptıkları hesaplarda belirsizlik prensibini bu kadar küçük mesafelere uygulamaktan çekinmediğini hatırlatıyor ve bu çelişkilerden kurtulmak için de, süreklilik ve noktasal kütle kavramlarından kurtulmak gerektiğini ifade ediyor:

> Ancak birçok fizikçi, Heisenberg'in prensibini 10^{-33} cm'ye kadar kullanarak hesap yapmaktan mutlu gibidirler. Fakat, bu kadar kısa mesafelerde, nokta ve süreklilik kavramları üzerine kurulmuş bir uzay-zaman anlayışını terketmek gerekmektedir. Relativite teorisi, bu ölçeklerdeki varlıklar için, tamamen yeni –ve henüz keşfedilmemiş– matematik formüller gerektirmektedir. [Peat, 1997, s. 21]

Kuantum fizikçilerinin hesaplamalarını neden bu kadar küçük mesafelere yaydıklarını, kuantum teorisinin de süreklilik kavramını kullanmaya devam etmesiyle izah ediyor:

> Uzayın sınırsız bölünemeyeceğinin böyle açıkça görülmesine rağmen, kuantum teorisi bile süreklilik matematiğini kullanmaya devam etmektedir. Mesela, Erwin Schrödinger'in dalga denklemi, bir noktada olanı, sonsuz küçük mesafedeki başka bir noktada olanla bağlantılandıran bir diferansiyel denklemdir. Aynı şekilde, bunun

çözümü olan dalga fonksiyonu da, uzay içinde her sonsuz-küçük nokta için tarif edilir. [Peat, 1997, s. 21]

Buraya kadar, *string* teorilerinin geliştirilmesi ile ilgili meselelerden bahsettik, şimdi aynı amaca yönelik, fakat biraz farklı bir yaklaşımı kısaca inceleyeceğiz.

6.2 Penrose: Twistor Uzayı

Yeni teori geliştirme çalışmalarına aktif olarak katılan fizikçilerden bir de Penrose'dur. "String" fizikçilerinin kuantum teorisindeki "nokta parçacık" (*point-particle*) yerine tek boyutlu "string" kavramını getirerek yeni teoriyi geliştirmeye başladıklarını görmüştük. Penrose *string* teorileri çerçevesinde çalışan fizikçilerden farklı olarak yeni teoriyi geliştirme işine kuantum teorisinden değil, genel relativite teorisinin uzay-zaman geometrisinden başlamıştır. Genel relativite teorisi reel sayılar uzayı üzerine kurulmuştu; Penrose ise her iki teorinin üzerinde kurulabileceği, bir kompleks sayılar geometrisi ve buna dayanan bir uzay-zaman anlayışı –*twistor uzayı*– geliştirmeye çalışmaktadır.

David Peat, *Superstrings* kitabında, Penrose'un geliştirmeye çalıştığı teori ile ilgili araştırma programını anlatmaktadır.[5] Penrose, araştırma programının şu safhalar içinde gelişmesini planlamaktadır: Birinci safhada analitik geometrideki kompleks sayıları kullanarak ifade ettiği *twistor* bağıntılarına dayanan bir uzay-zaman kavramı geliştirilecektir. İkinci safhada, daha önce spin vektörleri (*spinors*) üzerinde ele aldığı, fakat bu çalışmanın verimli olmadığı bir mesele, yani elementer parçacıklar, bunların iç yapıları ve etkileşim simetrileri *twistor*lar cinsinden ifade edilecek ve bunlarla ilgili temel kavramsal problemler çözülecektir. Üçüncü safhada nötron, proton, elektron ve diğer elementer parçacıkların özellikleri, *twistor* uzayının kompleks analitik özellikleri kullanılarak açıklanmaya çalışılacaktır. Dördüncü safhada kuantum teorisininin, birçoğu açıklanamayan sonuçları göz önünde bulundurularak, *twistor* teorisi buna uygulanacak ve kuantum teorisinin bu yönde nasıl geliştirilebileceği ortaya konacaktır. Beşinci ve son

5 Peat, 1997, s. 213.

safhada ise genel relativite teorsindeki uzay-zaman bükülmesinin *twistor* uzayı içinde nasıl ifade edileceği araştırılacak ve genel relativite ve kuantum teorisini birleştirecek bir kuantum gravitesi teorisi geliştirilecektir.

Bize göre, *geleceğin teorisi*ni geliştirme çalışmaları, şu temel meselelerin önce kavramsal olarak açıklanmasını hedef almalıdır: Işık, bildiğimiz türden dalga ve parçacık olmadığına göre nedir? Kütle nedir? Işığın hareketi ile parçacıkların hareketi arasındaki kategorik fark neden kaynaklanıyor? Mekan ve zaman sürekli midir, yoksa kesikli midir? Elementer parçacıkların kütleleri arasında mutlaka bir bağıntı olmalıdır, bu nasıl ortaya çıkarılabilir? Kütle ile enerji arasında daha temel bir bağıntı var mıdır? İşte bu sorulara kavramsal olarak cevap veremeyen bir teori, hangi matematik yapıları kullanırsa kullansın yetersiz kalmaya mahkumdur.

7. Sonuç

Bu kitapta çeşitli bilim adamı ve bilim felsefecilerinin görüşleri ışığında günümüz bilim anlayışında bilim ve gerçeklik arasındaki alakayı araştırdık. Önce bilim felsefesinin bazı temel kavramlarının tariflerini gözden geçirdik ve bilimin amaçlarını bu kavramlar cinsinden açıklığa kavuşturmaya çalıştık. Sonra, modern bilimin iki temel üzerine kurulduğunu belirttik: Eski Yunan bilim ve felsefesinden gelen bir dizi temel kavram, mantık ve geometri; ortaçağda Müslüman bilginler tarafından geliştirilmiş deneysel araştırma metodu, cebir ve trigonometri.

Bundan sonra, özet olarak bazı çağdaş fizikçilerin lisan, fizik bilimler ve gerçeklik hakkındaki görüşlerini inceledik. Sonra, kavramsal açıdan yirminci yüzyıl bilim felsefesinin ana konularını gözden geçirdik. Daha sonra klasik ve modern fizik teorilerinin kavramsal temellerini ve yapılarını inceledik. Son olarak da fizikçilerin, çağımızın en gelişmiş iki teorisini –genel relativite ve kuantum teorisi– "herşeyin teorisi" şeklinde birleştirme çabaları sırasında karşılaştıkları teorik güçlükleri tartıştık.

Hatırlatmaya gerek yoktur ki, bu çalışmada amacımız, eski Yunan medeniyetinden İslam medeniyetine, oradan Avrupa medeniyetine kadar ve günümüzde de bütün dünyada bilimin gelişmesi için yapılan çalışmaları küçük görmek değil, bu çalışmalarda gördüğümüz önemli hata ve eksiklikleri ortaya koymaktadır. Elinizdeki kitabın yazarı da bizzat bilimsel araştırmanın içinde aktif olarak çalışmaktadır. Bu hatırlatmadan sonra, şimdi bu incelemeden çıkardığımız sonuçları özetlemeye geçebiliriz.

Bugünkü bilim anlayışının gerçeklik kavramından uzak bir şekilde gelişmesinde, müslümanların klasik dönemde (9-12. yüzyıllar) parlak bir başlangıçtan sonra araştırma geleneğini terketmeleri ve bilim faaliyetinden uzaklaşmaları etkili olmuştur. Böylece, gerçeklik kavramı üzerine kurulu alternatif bir araştırma geleneğinden yoksun bir bilim anlayışı günümüze kadar gelmiş bulunmaktadır.

Ortaçağda İbn Heysem, İbn Tufeyl, İbn Rüşd ve Tusi gibi önde gelen müslüman bilim adamı ve felsefecilerin hemen hepsi, bilimle gerçeklik arasında kuvvetli bir alaka bulunması gerektiğine inanıyordu. Bu yüzden teori geliştirmenin ve bilimin amacının sadece zevahiri (görüneni) kurtarmak olmadığını, fakat bilim adamının esas görevinin gerçekliği anlamak olduğunu savunuyorlardı. Bu bilim anlayışının müslümanların mirasını devralan Avrupa'da bir müddet tartışıldıktan sonra terkedilmesi, günümüzün gerçeklik kavramından uzak bilim anlayışının gelişme yönünü tayin etmiştir.

Yirminci yüzyıl bilim felsefecileri bilim ve gerçeklik arasındaki alaka üzerinde ciddi bir inceleme ve tartışma ortaya koyamamış ve hatta bundan ısrarla kaçınmışlardır. Bunun neden böyle olduğu birbirine bağlı iki hususla açıklamabilir: Birincisi, Batı bilim anlayışında teoriler gerçekliği anlamak için geliştirilmezler, bunların konusu içine giren olaylarla uyumlu olması yeterlidir. İkincisi, bilimle gerçeklik arasındaki ilişki meselesinin temelindeki lisanla gerçeklik arasındaki ilişki üzerinde durmamışlardır. Çünkü, devraldıkları lisanın kavram sisteminin bilim için en uygun kavram sistemi olduğunu tartışmasız kabul etmişlerdir. Neredeyse bütün ömrünü lisan üzerine çalışmalara ayırmış Batı felsefecileri (mesela Wittgenstein) bile lisan ve gerçeklik konusuna ciddi bir şekilde girmemişlerdir. Eğer bunu yapmış olsalardı, şöyle bir soruyu soracaklardı: Hangi kavram sistemi, yani hangi lisan gerçekliği en iyi şekilde anlamamızı ve ifade etmemizi sağlayabilir? Lisanla gerçeklik arasındaki ilişki ciddi bir şekilde ele alınmadığı için bilim anlayışı da buna bağlı bir çerçeve içinde gelişmiştir.

Birçok bilim adamı tarafından bilimlerin temeli sayılan fizikte teori geliştirmenin amacı "fiziksel olayları" mümkün olduğu kadar az sayıda kabullere dayanarak açıklamak ve teorik öngörülerde bulunmaktır. Ptoleme'den günümüze kadar gelen klasik ve mo-

dern teori anlayışına göre, bir fizik teorisinde aranacak esas özellik, teoriyi kullanarak yapılan hesapların gene teoriye göre yapılan gözlemlerden elde edilen sonuçlarla uyumlu olmasıdır. Teoriler, gerçekliği anlamada kullanılacak bir araç olarak geliştirilmezler. Bu anlayış, fizikle ve daha genel manada bilimle gerçeklik arasındaki alakayı ortadan kaldırmaktadır.

Teori geliştirme sürecinde, geliştirilen teoriyi kullanarak yapılan hesaplardan teori konusuna giren bazı olayların açıklanamayacağının anlaşıldığı durumlarda, Ptoleme'nin astronomi modeline yeni eğriler eklenmesi gibi, teoriye yeni hipotez veya kabuller eklenir. Bu durum Newton mekaniğinde Merkür gezegeninin teoriye uymayan davranışının açıklanabilmesi için teoriye eklenen hipotezlerde de görülmektedir. Ayrıca Einstein'ın, genel relativite teorisine göre evrenin gravitasyon etkisiyle neden kendi içine çökmediğini açıklamak için alan denklemlerine kattığı kozmolojik sabitiyle ilgili terimde ve kuantum teorisinde de deneylerde sabit çıkan bazı değerlerin hesaplarda sonsuz çıkması üzerine teoriye eklenen, "normale döndürme" (*renormalization*) işleminde de aynı yaklaşımı görmekteyiz.

Halen geçerli sayılan teori ve bilim anlayışı içinde geliştirilen Newton mekaniği, relativite teorisi ve kuantum teorisi gibi fizik teorileri başlangıçta birçok fizik probleminin çözülmesinde işe yaradıkları için bunları geliştiren ve kullanan bilim adamları tarafından fizikle gerçeklik arasındaki alaka daima geri planda bırakılmıştır. Fizikçiler, teori konusuna giren bütün fizik olaylarını en az sayıda hipotezle açıklama gayretlerini devam ettirmişlerdir. Sonunda birçok fizik olayını çok büyük bir hassasiyetle hesaplamada kullanılabilen iki teori, genel relativite ve kuantum teorisi geliştirilmiştir.

Ancak bu iki teori bütün başarılı uygulamalarına karşılık, hâlâ kendi içinde hesaplamayla alakalı bazı ciddi çelişkiler taşımaktadır. Ayrıca, iki teori birçok meşhur fizikçinin bütün çabalarına rağmen hesaplama açısından tutarlı ve olaylarla uyumlu tek bir teorik yapı içinde birleştirilememiştir. Bu başarısız çabalar, sonunda her iki teoride de kullanılan *noktasal kütle*, *dalga* ve *parçacık* gibi bazı temel kavramların gözden geçirilerek yeni teoriler üzerinde çalışmaların başlatılmasına yol açmıştır.

Fakat hem genel relativite, hem de kuantum teorisinde, yüzyıla yakın bir zamandır artan bir şekilde kullanılagelen matematik yapıların da, değiştirilmesi gereken bazı kavramları ihtiva etmesi, yeni teorilerin geliştirilmesini son derece zorlaştırmaktadır. Fizik, büyük ölçüde kemiyetlerle ilgili (*quantitative*) bir bilim dalı olduğu için birçok hesaplama işini kolaylaştıran matematik yapıların bu bilim dalında yaygın olarak kullanılması kaçınılmazdır. Bu yüzden, yeni teorilerin geliştirilmesi, yeni matematik yapıların geliştirilmesini de zaruri kılmaktadır.

Şimdiki halde yeni teori geliştirme çabalarının başarılı olacağı şüphelidir, çünkü bunlar mevcut teorilerin tam bir kavramsal yapı analizine dayanmamaktadır. Henüz, birleştirilmesi istenen iki teorinin tam bir kavram ağacı bile çıkarılmamıştır.

Öte yandan, bugüne kadar bilimsel çalışmaların sağladığı teknolojik imkanların büyüklüğüne bakarak, bilimin gelişmesi için teorilerin kavramsal yapısını meydana getiren lisanın gerçeklikle alakası olmasının gerekmediğine inanan çok sayıda fizikçi ve bilim felsefecisi vardır. Onlara göre bilimde bir teoriyi kullanarak bunun konusuna giren olayların açıklanabilmesi yeterlidir ve mevcut teoriler de bu şartı sağlamaktadır. Teorilerin birleştirilmesi de gerekli değildir. Fakat bilim felsefecilerinin henüz bu konulara ciddi bir şekilde eğilmemesine karşılık giderek artan sayıda fizikçi yeni bir teori geliştirmeyi gaye edinmiş görünmektedir.

Bu durumda yapılması gereken işler nelerdir, sorusuna gelince: Herşeyden önce, teori geliştirmenin iki genel amacı olabileceğini hatırlamamız gerekiyor:

(i) Bilim adamları arasında iletişimi sağlamak için bir lisan aracı olarak teori geliştirmek, öyle ki bilim adamları bu aracı kullanarak yapacakları hesaplara göre teori konusuna giren olaylar hakkında öngörülerde bulunabilsin ve açıklamalar yapabilsin.

(ii) Gerçekliği anlamamıza yardımcı bir lisan aracı olarak teori geliştirmek.

Teorilerle ilgili hatırlamamız gereken önemli bir husus şudur: Hangi amaç için geliştirilmiş olursa olsun teori bir sihirli küre değildir. Teorinin hiçbir kutsal yanı da olamaz, yalnız ve yalnız

gerçekliği anlamak için geliştirilmiş bile olsa. Çünkü, her lisanda bir kavram dizisi üzerine farklı teoriler geliştirilebilir. Teori kendi başına gerçekliği temsil edemez, çünkü o sadece lisan içinde geliştirilmiş bir araçtır. Diğer araçlar gibi, kullanım amacına uygundur veya değildir.

Şimdiye kadar geliştirilmiş teorilerin, gerçekliği anlamak gayesinden uzak bir anlayış içinde geliştirildiğini önceki bölümlerde örnekleriyle görmüştük. Mevcut bilim anlayışında bilimle gerçeklik arasındaki alaka ihmal edildiği veya dikkate alınmadığı için ciddi felsefi ve teorik meseleler ortaya çıkmaktadır. Felsefi meseleler, özellikle pozitivist bilim felsefecileri ve bazı bilim adamları tarafından bilime ve bilimsel teorilere, mevcut bilim anlayışının teori geliştirmedeki amaçlarına zıt fonksiyonlar yüklenmeye çalışılmasından ortaya çıkmaktadır. Bu tür yanlışlıklardan biri, bilimi ve fizik teorilerini gerçekliğin tasviri olarak göstermek, diğeri ise, teorileri lisanın temeli olarak görmek ve bütün bilgilerin bunlar üzerine kurulabileceğini iddia etmektir.

Teorik meseleler ise, bazı kritik fiziksel olayların mevcut teoriler kullanılarak tam olarak açıklanamaması ve şimdiye kadar geliştirilmiş en güvenilir iki fizik teorisinin –genel relativite ve kuantum teorisi– birleştirilememesi şeklinde kendini göstermektedir. Teorik meselelerin temelinde Aristo'nun formüle ettiği ve günümüze kadar fizik teorilerinde kullanılan bazı kavramların ve bunların meydana getirdiği kavramsal yapının bulunduğu anlaşılmaktadır.

Fizikçiler şimdi, daha önce karşılaştıkları teorik problemlerden çok farklı, temel kavramsal meselelerle karşı karşıya bulunmaktadır. Teorik problemler, örneklerini gördüğümüz gibi, teoriye yeni hipotezler eklenerek veya yeni hesaplama teknikleri geliştirilerek çözüme kavuşturuluyordu. Fakat mevcut fizik teorilerinin ortak olarak kullandığı temel kavramlardan ve bu kavramlar üzerinde geliştirilmiş matematik yapılardan kaynaklanan problemler çok daha köklü çözümlere ihtiyaç göstermektedir.

Bu şartlar altında, fizikte yeni teori geliştirme çalışmaları üzerine neler söylenebilir? Öncelikle, birleştirilmeye çalışılan genel relativite ve kuantum teorisinin tam bir kavram ağacı çıkarılmalıdır. Bu neden gereklidir, diye sorulacak olursa: Böyle bir kavram ağacı, iki teoride de ortak olan kavramları ortaya çıkartacak ve

bunlar üzerinde yapılacak herhangi bir değişikliğin ne gibi sonuçlar ortaya çıkaracağını daha net bir şekilde görmemizi sağlayacaktır. Ayrıca, hangi kavramların günümüze kadar tartışmasız bir şekilde kabul edilmiş olduğunu görmek de mümkün olacaktır. Mesela, Demokrit'ten bugüne kadar gelen "madde" anlayışına göre, maddenin en küçük yapı taşları gene maddedir ve en küçük yapı taşı tek olarak vardır ve tek olarak hareket eder. Bu iki kabul kuantum teorisinde halen geçerli sayılmaktadır, çünkü fotonlar da bu anlayış çerçevesinde parçacık ve hem de tek olarak var olan bir parçacık şeklinde düşünülmektedir. Yeni geliştirilmeye çalışılan teorilerde bu temel kavramlarla ilgili bir analiz görülmemektedir.

İki teorinin kavram ağacındaki her kavramın tek tek incelenerek çerçeve yapısının ortaya konulması gerekmektedir. Bu çerçeve yapısında kavram özelliklerinin hangilerinin nasıl değiştirilebileceği ve değiştirildiği takdirde bunun nasıl bir mekan ve zaman anlayışı ortaya çıkaracağı düşünülmelidir.

Bilim adamları yeni teoriyi kullanarak, fizikte şimdiye kadar açıklanamamış çift yarık deneyi gibi bazı deney sonuçlarını ve ışık hızının neden bir sınırı olduğu gibi bazı temel meseleleri önce kavramlar seviyesinde açıklayabilmelidir. Teorinin matematiksel yapısı ancak bundan sonra yeni kavram ağacına uygun olarak seçilmeli veya geliştirilmelidir. Aksi takdirde, mevcut matematik külliyatı içinden seçilen bir matematiksel yapı, teoriyi kendi kalıbı içine hapsedecektir.

Teorinin, gerçekliği anlamak ve bilmek amacına hizmet eden bir lisan aracı olarak geliştirilmesi neden önemli olsun? Şimdiye kadar geliştirilen iki teori bize zaten çok büyük teknolojik imkanlar sağlamış değil midir? Bu sorulara cevap olarak deriz ki: Gerçekliği anlamada bir lisan aracı olarak geliştirilecek bir teorinin sağlayacağı imkanlar, gerçeklikle alakası olmayan bir lisan içinde geliştirilen teorilerin sağladığı imkanlardan daha fazla olacaktır.

Mevcut bilim anlayışının mutlaka bir alternatifinin geliştirilmesi gerektiğine inanıyoruz. Çünkü, gerçeklik kavramından yoksun olan bu anlayış, bilim adamlarını olayları bir bütün halinde görmekten uzaklaştırmaktadır. Bunun acı bir sonucu ise, çoğu zaman sağladığımız imkanları kendimize ve çevreye zararlı bir şekil-

de kullanmaktan kurtulamayışımızdır. Bilimsel araştırmada gerçekliğin gözardı edilmesi bilim adamını gerçekliğe karşı duygusuz ve sadakatsiz hale getirmektedir.

Bu tür duygusuzluklar kendisini, mesela bazı genetik araştırmalarda göstermektedir. Bu araştırmalarda sadece insanların tüketimiyle ilgili bir husus açısından üstün bir ürün elde etmek gaye edinilmekte, fakat bu ürünün çevre üzerindeki etkileri tamamen ihmal edilebilmektedir. Bu şekilde geliştirilen ürünler çoğu zaman, bakterilerden böceklere, kuşlardan diğer hayvanlara ve insana kadar binlerce değişik canlı türünün içinde yer aldığı ekolojik çevrimleri nasıl etkileyeceği bilinmeden, hatta düşünülmeden çevreye sokulmaktadır.

Diğer bir örnek de kimyasal ilaç sanayisindeki araştırmaların patent çıkarları yüzünden bitkisel ilaç sanayisinin gelişmesini tamamen ortadan kaldırmış olmasıdır. Kimyasal ilaç sanayisi başlangıçta bitkilerdeki aktif maddelerin tesbit edilerek saflaştırılmasıyla geliştiği halde, bitkilerde aktif kimyasal maddeyle birlikte bunun yan etkilerini önleyecek kimyasal maddelerin de bulunabileceği düşünülmemekte ve araştırılmamaktadır. Bunun sonucunda ilaç yan etkileri tam olarak araştırılmadan yeni ilaçlar piyasaya sürülebilmektedir.

Bu tür sadakatsizliğin akademik bir tezahürünü de, Batılı birçok bilim adamı ve felsefecinin bilim tarihiyle ilgili eserlerinde, Müslüman bilim adamlarının 9-12. yüzyıllarda cebir ve trigonometriyi geliştirmiş olduklarını, fizik, kimya ve tıpta deneysel metodu geliştirip uyguladıklarını ve Avrupa'da bilimin gelişmesinde bunların çok önemli rol oynadığını ifade etmekten kaçınmalarında görmek mümkündür. Bilim tarihi esrarengiz bir şekilde eski Yunan biliminden, arada sanki hiçbirşey olmamış gibi, birden Kopernik ve Galile'ye atlatılmaktadır.

Mevcut bilim anlayışının getirdiği son durakta, artık tabiatın anlamsız veya saçma olduğunu kesinlikle reddetmemiz gerekiyor. Çünkü bunu kabul etmek, bilim adına yapılan herşeyi anlamsız hale getirecektir. Eğer geliştirdiğimiz bir fizik teorisini kullanarak yaptığımız hesaplar, sonuçta gerçekliği anlamada bizi tam bir şaşkınlık içinde bırakıyorsa, söylenecek şey olsa olsa şudur: Ya teorimiz böyle bir amaç için geliştirilmediği halde biz onu yanlış

kullanıyoruz veya lisanımız gerçekliği anlamamıza yarayacak teorileri geliştirebileceğimiz kavramlara sahip değildir. Böyle bir durumla karşılaşan fizikçinin yapması gereken şey, teorinin hangi tabii lisanda ve hangi amaçla geliştirildiğini kendisine hatırlatmak olmalıdır.

Gerçeklik bir bütün olarak görülmediği sürece onun kısımları üzerinde araştırma yapmak gerçekliği anlamamızı ve bilmemizi sağlamayacaktır. Böyle bir çaba olsa olsa sonunda yapılan işin amaca uygun olmadığını ortaya çıkartabilir. Bazı fizikçilerin "Biz fiziksel gerçekliği araştırıyoruz" demeleri *fiziksel gerçeklik* diye kendi başına bir gerçeklik türü olduğu kabulüne dayanmaktadır. Ancak böyle bir kabulün doğru olduğuna dair hiçbir bilgi yoktur.

Mevcut bilim anlayışı içinde, bazı fizikçilerin geliştirmeye çalıştıkları teorilere *herşeyin teorisi* adını vermeleri son derece yanıltıcı bir tutumdur. Bu çeşit teoriler sonunda *hiçbir şeyin teorisi* olmaya mahkumdur. Çünkü, böyle bir iddianın ciddi sayılabilmesi için, teori geliştirmenin önde gelen gayesinin, gerçekliği anlamak ve bilmek olduğunu kabul etmek gerekiyor. Henüz bir "şey"in ne olup ne olmadığı bilinmeden "herşeyin teorisini" geliştirmeye kalkmak, bize gayesinden sapmış bir çaba gibi görünmektedir.

Gerçekliği anlamamıza yardımcı olabilecek teoriler nasıl geliştirilebilir? Önce bu yönde güçlü bir motivasyon olması gerekiyor. Sonra gerçekliğin en azından genel yapısını, temel kavramlarıyla anlayabileceğimiz bir lisana sahip olmamız gerekiyor. Temelinde böyle sağlam bir lisan olmadan ve böyle bir lisandan alınan kavramlar üzerine kurulmadan geliştirilecek teoriler gerçekliği anlamada ve bilmede, bize iğneyle kuyu kazdırmaktan ve sonunda saçlarımızı yoldurmaktan başka bir işe yaramayacaktır.

Yakında yayınlamayı düşündüğümüz bir kitapta gerçekliği anlamamıza yarayacak bir fizik teorisinin hangi lisan ve hangi kavramlar üzerine kurulabileceğini açıklamaya çalışacağız.

Referanslar

Aristotle (384-322 BC), *Physics*, Tr. by. R.P. Hardie and R.K. Gaye, Great Books of the Western World, London: Ecyclopedia Britannica Inc. 1952.

Barrow, J.D. (1991), *Theories of Everything*, London: Vintage Books.

Barrow, J.D. (1997), *The Origin of the Universe*, London: Phoenix Books.

Bechtel, W. (1988a), *Philosophy of Mind: An overview for cognitive science*, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.

Bechtel, W. (1988b), *Philosophy of Science: An overview for cognitive science*, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publications.

Davies, P.C.W. & Brown, J. (Eds.) (1997), *Superstrings: A Theory of Everything?*, Cambridge: Cambridge University Press.

Demirci, M. (1996), *Beytü'l-Hikme*, İstanbul: İnsan Yayınları.

Deutsch, D. (1997), *The Fabric of Reality*, Londra: Penguin Books.

Deutsch, D. (1985), "Quantum theory, the Church-Turing principle and the universal quantum computer", *Proc. Royal Soc.* içinde (London), A400, s. 97-117.

Duhem, P. (1969), *To save the phenomena*, Tr. by: E. Doland & C. Maschler, Chicago: The University of Chicago Press.

Duhem, P. (1991), *The Aim and Structure of a Physical Theory*, Tr. by. P.P. Weiner, N.J.: Princeton University Press.

Einstein, A. (1962), *Relativity*, London: Methuen.

Feyerabend, P. (1975), *Against method*, London: Verso

Feyerabend, P. (1982), *Science in a free society*, London: Verso.

Feynman, R.P. (1990), *QED: The strange theory of light and matter*, Penguin Books.

Giancoli, D.C. (1995), *Physics*, (Fourth Ed.), N.J.: Prentice Hall.

Greene, B. (1999), *The elegant universe*, New York: Norton & Co.

Heisenberg, W. (1971), *Physics and Philosophy*, Northampton: Unwin University Books.

Huff, T.E. (1993), *The Rise of Early Modern Science: Islam, China and the West*, Cambridge U.P.

Hourani, G.E. (1976), *Averroes: On the harmony of religion and philosophy*, London: Luzac & Co.

İbn Rüşd (-1180), *Faslü'l-Makal* (bakınız: Hourani, G.E., 1976).

Kant, E. (1781/1993), *Critique of Pure Reason*, Tr. By: Vasilis Politis, London: Everyman.

Kocabaş, Ş. (1991), "Conflict resolution as discovery in particle physics", *Machine Learning*, Kluwer Academic Press, vol. 6, s. 277-309

Kocabaş, Ş. (1996), "AI and Philosophy of Science", *Proceedings of the Third Meeting of Istanbul-Vienna Philosophical Circle* içinde, İstanbul 11-12 Kasım, s. 127-138.

Kocabaş, Ş. (1997), *İslam'da Bilginin Temelleri*, İstanbul: İz Yayıncılık. [2. bsk., İstanbul: Küre Yayınları, 2013]

Kocabaş, Ş. & Langley, P. (2000), "Computer generation of process explanations in nuclear astrophysics", *International Journal of Human Computer Studies*, 53, s. 377-392.

Kuhn, T.S. (1962), *The structure of scientific revolutions*, Chicago: Chicago U.P.

Lakatos, I. (1974), "Falsification and the methodology of scientific research programmes". I. Lakatos & A. Musgrave: *Criticism and the Growth of Knowledge* içinde, Cambridge: Cambridge U.P., s. 91-196.

Langley, P. (1977), "Bacon: A production system that discovers empirical laws", *Proceedings of the Fifth International Joint Conference on Artificial Intelligence* içinde, (s. 344), Cambridge, MA: Morgan Kaufmann.

Langley, P., Simon, H.A., Bradshaw, G.L., & Zytkow, J.M. (1987), *Scientific Discovery: Computational explorations of the creative processes*, Cambridge, MA: MIT Press.

Laudan, L. (1977), *Progress and its problems*, Berkeley: University of California Press.

Losee, J. (1992), *A Historical Introduction to the Philosophy of Science*, (Third ed.) Oxford: Oxford University Press.

Matthews, C.K. ve van Holde, K.E. (1991), *Biochemistry*, New York: Benjamin Cummings Publishing Co. Inc.

Mehra, J. (1999), *Einstein, Physics and Reality*, London: World Scientific.

Newton, I. (1730/1952), *Optics*, New York: Dover.

Özemre, A.Y. (1999), *Kur'an-ı Kerim ve Tabiat İlimleri: Tenkidi bir yaklaşım*, Istanbul: Furkan Yayınları.

Peat, F.D. (1997), *Superstrings and the search for the theory of everything*, London: Abacus Press.

Penrose, R. (1994). *Shadows of the Mind: A Search for the Missing Science of Consciousness*, Oxford: Oxford University Press.

Rose, D., & Langley, P. (1986), "Chemical discovery as beliefrevision", *Machine Learning*, 1, s. 423-452.

Saliba, G. (1996), "Arabic planetary theories after the elevent century A.D.", *Encyclopedia of the History of Arabic Science* içinde, Ed. by Roshdi Rashed, London: Routledge, vol 1, s. 58-128.q

Thagard, P. (1988), *Computational Philosophy of Science*, MIT Press.

Thagard, P. (1992), *Conceptual Revolutions*, New Jersey: Princeton University Press.

Valdes-Perez, R.E. (1995), "Machine discovery in chemistry: New results", *Artificial Intelligence*, 74, s. 191-201.

Valdes-Perez, R.E. (1996), "A new theorem in particle physics enabled by machine discovery", *Artificial Intelligence*, 82, ss. 331-339.

Weinberg. S. (1993), *Dreams of a Final Theory*, New York: Vintage Books.

Zytkow, J.M. and Simon, H.A. (1986), "A theory of historical discovery: The construction of componential models", *Machine Learning*, 1, s. 107-137.

Dizin

a priori 20, 36, 67
Abdus-Selam 107, 108
absorplanma 53, 59, 63
Adler, A. 73
aksiyom 70, 71, 74, 76
ampirisist felsefe 35, 70
Anaksimander 33
Anaksimen 33
Aquinas, T. 27
araştırma geleneği 22, 23, 28, 79-81, 122
araştırma programı 27, 28, 77, 78, 119
Aristo 17-19, 21, 26, 27, 31, 33, 36, 39, 52, 54, 68, 72, 83, 84, 88, 89, 92, 93, 106, 125
astronomi 23-28, 30, 67, 85, 86, 99, 123
Avrupa 19, 21-23, 27, 28, 34, 85, 87, 121, 122, 127

Bacon, R. 27
Barrow, J. 42-44, 47
Bechtel 17-20, 65, 66
belirsizlik prensibi 38, 40, 96, 104, 118
Beytü'l-Hikme 24
bilim 15-17
bilim anlayışı 17, 18, 20, 23, 28, 44, 53, 56, 57, 67, 69, 88, 121-123, 125-128
bilim felsefesi 17, 23, 24, 48, 65, 66, 75, 78, 79, 81, 86, 90, 121
bitkisel ilaç 127
Bitruci 26-28
biyoloji 56, 72, 82
Bohr, N. 31, 32, 40, 48, 61, 79, 97

Cabir b. Hayyan 34
Comte, A. 70

çekirdek kuvvetleri 96, 101, 104, 109, 112
çerçeve yapısı 83, 84, 126
çift yarık deneyi 47, 48, 97, 99, 126

dalga 32, 37, 38, 41, 48, 63, 80, 87, 89, 93, 96-101, 120, 123
dalga denklemi 94, 118
dalga fonksiyonu 51, 53, 57, 59-61, 63, 98, 119
Darwin, C. 85
Davies, P.C.W 107-111
dedüksiyon 71, 74
Dekart 34, 35, 93
Demirci, M. 24
Demokrit 33, 126
deney 16, 18, 28-30, 33, 34, 36, 37, 39, 40, 47, 48, 56, 59-61, 63, 68, 70, 73, 74, 76, 79, 82, 85, 93, 96-100, 105, 121, 123, 126, 127
deneysel metot 18
Deutsch, D. 43, 45-51, 62, 99
diferansiyel denklem 38, 89, 94, 118
difraksiyon 41
Dirac, P. 30, 61, 105, 106
Duhem, P. 23-29, 65-69, 73, 80
durum vektörü 61
düzenlilik 45, 112

Eflatun 17, 18, 33, 34
eğri 23, 25, 30, 88, 94, 123
Einstein, A. 41, 62, 69, 73, 77, 79, 83, 85, 95, 100, 108, 110, 114, 117, 123
eksantrik 23, 25, 26, 30
elektriksel yük 40, 91
Empedokles 33

Endülüs 25, 27
entropi 40, 72
episaykıl 23, 25, 26, 30
epistemoloji 45, 47, 50-52
eski Yunan 17-19, 21, 23, 26, 28, 31, 33, 34, 44, 87, 117, 121, 127
evrim 45, 47, 48-51, 55, 74, 80, 84, 85

Farabi 21
felsefe 17, 19, 20, 22, 23, 27, 31, 34, 49, 51, 52, 65, 66, 76, 79, 116
Feyerabend, P. 28, 69, 76, 77, 81
Feynman, R.P. 29, 30, 48, 58, 75, 97-99, 101, 105, 108, 109
fiziksel etkileşim 96, 112
fiziksel gerçeklik 42, 51, 53, 57, 58, 128
fiziksel sabit 101, 102, 114
flojiston 81, 83, 85
foton 47, 48, 53, 59-61, 63, 96, 97, 99-101, 110, 126
Freud, S. 73

Galile 33, 77, 127
genel relativite 27, 28, 36, 38, 40, 73, 86, 89, 91, 94, 95, 103-105, 108, 110, 111, 114, 117-125
gerçekliğin dokusu 45, 46, 47, 49-51
geometri 21, 28, 40, 44, 68, 71, 86, 88, 91, 93-95, 104, 106, 107, 112, 115-117, 119, 121
Giancoli, D.C. 99
gökbilim 24-27, 30, 67, 86
gözlem 16, 18, 23-30, 40, 46, 48, 53, 54, 57, 61, 67, 69-76, 87, 96, 123
gravitasyon 28, 95, 96, 104, 105, 108, 110, 112-114, 118, 123
Greene, B. 103-107
gündelik lisan 39, 40, 45, 71, 79, 88

hakk 21
hareket 18, 20, 23-28, 33, 34, 38, 40, 51, 59, 61, 63, 73, 84, 88, 89, 91-93, 95-97, 99, 100, 106, 107, 112, 120, 126
Harezmi 34
Heisenberg, W. 31-42, 45, 48, 54, 79, 89, 105, 106, 118
Heraklit 33
herşeyin teorisi 42, 44-46, 121, 128
hesaplama 16, 30, 38, 39, 43-47, 50, 89, 94, 98, 101, 106, 111-113, 116, 118, 123-125
hız 16, 32, 35, 38, 48, 81, 88, 91, 92, 96, 98-100, 105, 106, 126
hipotez 16, 24, 26, 40, 45, 46, 49, 52, 56, 66-71, 73-75, 82, 97, 123, 125
Hourani 22
Huff, T.E. 24, 27, 28, 34, 96

ışık hızı 16, 38, 48, 96, 98, 100, 105, 126

İbn Heysem 24, 26, 27, 34, 96, 122
İbn Rüşd 21-28, 67, 85, 86, 90, 99, 122
İbn Tufeyl 25, 26, 122
İbn Sina 21, 34
ilahi müdahale 55, 56
ilahi tasarım 49
İslam 21, 22, 24, 27, 121
İtalya 27, 34

jeoloji 82
Johnson, P. 55

kadarlı 47, 92, 96, 108, 110, 118
Kant 19, 20, 31, 36, 79
kavram sistemi 15, 20, 21, 37, 53, 56, 61, 62, 72, 80, 89, 93, 108, 122
kavramsal yapı 15, 17, 19, 21, 23, 46, 52, 54, 60, 65, 82, 83, 85-87, 89, 90, 95, 124, 125
Kepler, J. 28, 77
kesikli 42, 43, 45, 120
kimya 34, 72, 81-83, 85, 127
klasik fizik 35, 60, 81, 91, 95
Kocabaş, Ş. 21, 56, 74, 81, 82, 111
Kopernik 28, 83, 85, 127
kozmolojik sabit 114, 117, 123
kuantum 27-33, 35, 36, 38-40, 43, 45-47, 50, 51, 53, 54, 56-62, 75, 79, 81, 83, 89, 92, 94-99, 101-113, 115-121, 123-126
kuantum bilgisayarı 43, 45, 50
kuantum durumu 59, 60
kuark 113
Kuhn, T.S. 28, 75-79, 81

Kur'an 21
kuvvet 30, 63, 88, 91, 95, 96, 101, 102, 104, 107, 112-115, 117, 118
kütle 28, 33, 37, 77, 87-89, 91, 95, 96, 100-102, 105, 107, 108, 112, 117, 120

Lakatos, I. 27, 77-81
Langley, P. 81, 82, 111
Latin 27
Laudan, L. 65, 69, 78-81
Lavazye, A.L. 81, 83, 85
lepton 113
lisan aracı 16, 17, 41, 54, 106, 124, 126
Lobachevski, N.I. 40
Locke, J. 70
Lorenz, H.A. 38
Losee, J. 23
Lösipus 33
Lütfi Asker Zade 41

Mach 65, 66, 69, 70, 79, 85
madde dalgaları 32, 40
mantıksal çıkarım 16, 67
manyetik alan 63
manyetik moment 30
Maxwell, J.C. 100, 110
Me'mun 24
Mehra, J. 79
mekan 37, 56, 100, 106, 107, 120, 126
Meraga 27
Merakeş 25
Merkür 46, 123
metafizik 36, 52, 67, 70
model 18, 23-27, 30, 32, 35, 41, 43, 45, 56, 62, 66, 74, 75, 78, 81, 82, 94, 97, 99-101, 107, 110, 112-114, 123
moment 38, 40, 53, 88, 91
mutasyon 48
mücerret (soyut) 17, 43, 44
mütekabiliyet prensibi 97

Nambu, Y. 114
Newton, I. 26, 28, 32, 33, 44, 77, 83, 88, 93, 95-97, 100, 101, 110, 117
Newton mekaniği 32, 34, 35, 37, 38, 46, 88, 93, 99, 110, 114, 123
noktasal kütle 37, 93, 96, 109, 118, 123
nötron 101, 108, 119

olayları kurtarmak 29, 30, 53, 66, 107

Öklid 40, 68, 71, 93, 108
ölçme 16, 18, 28, 40, 62, 74, 100
özel relativite 38, 110
Özemre, A.Y. 48

paradigma 75-77, 81
Parmenides 33
Peat, F.D. 79, 114-119
Penrose, R. 58-63, 115, 119
Perutz, M. 55
Planck, M. 97
Popper, K. 28, 48, 73, 74, 77
pozitivizm 53, 54, 66, 69, 70, 73, 75, 77, 81
pozitron 61, 63
Proclus 26, 67
Ptoleme 23-27, 29, 30, 67, 80, 83, 85, 99, 122, 123

Razi 34
reel sayı 42, 119
relativite 38, 40, 79, 100, 109, 117, 118, 123
renormalizasyon 75, 104
Riemann, B. 40

Sabit b. Kurra 24, 26
saçma (absurd) 31, 58
sağlanabilirlik 28
Saliba, G. 24, 25
Schrödinger, E. 32, 55, 59, 89, 94, 118
Schwinger, J.S. 30
sentetik 20, 36, 74
simetri 43-45, 54, 55, 63, 112-114, 116, 117, 119
Simplicius 26, 67
Sincar vadisi 24
Sokrat 17, 18, 39
sonsuz 30, 36, 37, 42, 43, 53, 54, 61, 92, 93, 96, 98, 99, 104, 106, 109, 110, 112, 113, 116, 118, 119, 123

sonsuz bölünebilirlik 84, 92, 115
spin sayısı 112
STAHL 81, 83
standart teori 105
string 43, 56, 103-115, 119
süperpozisyon 59, 60
süperstring 113, 115
süreç 18, 39, 44, 60, 75
sürekli 37, 42, 43, 45, 47, 68, 71, 84, 86, 88, 89, 91-94, 96, 115-118, 120

şema 19, 71, 74, 84, 85

tabiat olayı 46, 99
tabii lisan 16, 21, 37, 39, 41, 42, 48, 87, 99, 114, 128
Tales 33
tamamlayıcılık 32, 40
tasarım 85
tasvir 29, 32, 34-37, 39, 42, 43, 57, 58, 60, 61, 63, 86, 98, 114, 115, 125
temel kabul 16, 35, 37, 85, 92
teori indirgeme 71, 72
teorik kafes 75
teorik yapı 16, 71, 87, 89, 104, 111, 123
tesadüf 48, 49, 51
Thagard, P. 51, 82-85
Tomanaga, S-I. 30
trigonometri 28, 100, 121, 127
Tusi 27, 28, 122
tutarlılık 76
twistor 115, 119, 120

uzay 36-39, 42-46, 61, 68, 69, 86, 88, 89, 91-93, 95, 96, 103, 104, 106, 109, 113, 115-120

Valdes-Perez, R.E. 81, 82
varlık 18-23, 34, 42, 58, 62, 69, 92, 106, 107, 116-118
Viyana 69, 73
vücud 21, 22

Weinberg, S. 51-57, 100, 111-114
Weizsacker, C. von 40
Witten 109-111
Wittgenstein, L. 31, 36, 37, 69, 122

X-ışınları 63

yanlışlanabilirlik 28, 73, 74
yansıma 59, 100, 101, 112
yapay zeka 19, 66, 83, 111
yarı geçirgen 59
yaratılış 55, 80, 84, 85, 105
Young, T. 93, 97

zaman 19, 36-39, 42-46, 61, 65, 68, 69, 86-89, 91-93, 95, 96, 100, 103, 104, 106, 109, 113, 115-120, 126
zevahiri kurtarmak 27
Zytkow, J.M. 81

FİZİK VE GERÇEKLİK

ŞAKİR KOCABAŞ

BATI BİLİM GELENEĞİ; ESKİ YUNAN DÜŞÜNCESİNDEN GELEN TEMEL KAVRAMLAR, MANTIK VE GEOMETRİ İLE ORTAÇAĞDA MÜSLÜMANLARIN GELİŞTİRDİĞİ CEBİR, TRİGONOMETRİ VE DENEY, GÖZLEM VE ÖLÇMEYE DAYANAN ARAŞTIRMA GELENEĞİ ÜZERİNE KURULUP GELİŞMİŞTİR. ESKİ YUNAN DÜŞÜNCESİNİN TEMEL KAVRAMLARI ÜZERİNE GELİŞEN BATI BİLİM ANLAYIŞI, BİLİM VE GERÇEKLİK ARASINDAKİ İLİŞKİYİ İHMAL ETTİĞİ İÇİN BUGÜN CİDDİ TEORİK VE FELSEFİ MESELELERLE KARŞI KARŞIYA KALMAKTADIR. RELATİVİTE VE KUANTUM TEORİLERİ, İÇLERİNDE TAŞIDIKLARI ÇÖZÜLEMEYEN KAVRAMSAL ÇELİŞKİLER YANINDA, YARIM YÜZYILI AŞAN BÜTÜN ÇABALARA RAĞMEN BİRLEŞTİRİLEMİYOR. BU ÇELİŞKİLER ÇAĞIMIZIN BAZI SEÇKİN FİZİKÇİLERİNİ, BİR ÖMÜR BOYU İNCELEDİKLERİ TABİATI "SAÇMA" VE "ANLAMSIZ" OLARAK VASIFLANDIRMA NOKTASINA KADAR GETİRMİŞTİR. İŞTE BU YÜZDEN MEVCUT BİLİM ANLAYIŞININ MUTLAK BİR ALTERNATİFİNİN GELİŞTİRİLMESİ GEREKMEKTEDİR. ELİNİZDEKİ KİTAP, GÜNÜMÜZ BİLİM ANLAYIŞININ KAVRAMSAL TEMELLERİNİ SORGULUYOR VE YENİ BİR BİLİM ANLAYIŞININ İLK İŞARETLERİNİ SUNUYOR.

THG
3914674
BGH



ŞAKİR KOCABAŞ (1945, İstanbul-19 Ağustos 2006, İstanbul) İTÜ Kimya Fakültesi'nden mezun oldu (1970). 1985-1990 yıllarında Londra King's College'de yapay zeka alanında doktora yaptı. 1991-98 yıllarında Tübitak Marmara Araştırma Merkezi'nde Yapay Zeka Bölümü başkanıydı. 1992-2006 yıllarında İTÜ Uçak ve Uzay Bilimler Fakültesi'nde öğretim üyesi olarak çalıştı.

9 789756 614013