



**İSTANBUL MEDENİYET
ÜNİVERSİTESİ**

**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
FELSEFE ANABİLİM DALI
FELSEFE BİLİM DALI**

**HAREKETİN NİCELLEŞMESİ:
YENİ DOĞA FELSEFESİNİN YÜKSELİŞİ**

(DOKTORA TEZİ)

Engin KOCA

Ocak-2017



**İSTANBUL MEDENİYET
ÜNİVERSİTESİ**

**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
FELSEFE ANABİLİM DALI
FELSEFE BİLİM DALI**

**HAREKETİN NİCELLEŞMESİ:
YENİ DOĞA FELSEFESİNİN YÜKSELİŞİ**

(DOKTORA TEZİ)

Engin KOCA

**Tez Danışmanı:
Prof. Dr. İhsan Fazlıoğlu**

Ocak-2017

ONAY

İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde Doktora öğrencisi olan Engin KOCA'nın hazırladığı ve jüri önünde savunduğu “Hareketin Nicelleşmesi: Yeni Doğa Felsefesinin Doğuşu” başlıklı tez başarılı kabul edilmiştir.

JÜRİ ÜYELERİ

İMZA

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. İhsan FAZLIOĞLU
İstanbul Medeniyet Üniversitesi

.....

Üyeler:

Prof. Dr. Emine Can
İstanbul Medeniyet Üniversitesi

.....

Prof. Dr. Mustafa Kaçar
F.S.M. Vakıf Üniversitesi

.....

Doç. Dr. Özkan Gözel
İstanbul Medeniyet Üniversitesi

.....

Yrd. Doç. Dr. İshak Aslan
İstanbul Şehir Üniversitesi

.....

Tez Savunma Tarihi: 17 Ocak 2017

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

İstanbul Medeniyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü bünyesinde hazırladığım bu Doktora tezinin bizzat tarafımdan ve kendi sözcüklerimle yazılmış orijinal bir çalışma olduğunu ve bu tezde;

- 1- Çeşitli yazarların çalışmalarından faydalandığımda bu çalışmaların ilgili bölümlerini doğru ve net biçimde göstererek yazarlara açık biçimde atıfta bulunduğumu;
- 2- Yazdığım metinlerin tamamı ya da sadece bir kısmı, daha önce herhangi bir yerde yayımlanmışsa bunu da açıkça ifade ederek gösterdiğimi;
- 3- Alıntılanan başkalarına ait tüm verileri (tablo, grafik, şekil vb. de dahil olmak üzere) atıflarla belirttiğimi;
- 4- Başka yazarların kendi kelimeleriyle alıntıladığım metinlerini kaynak göstererek atıfta bulunduğum gibi, yine başka yazarlara ait olup fakat kendi sözcüklerimle ifade ettiğim hususları da istisnasız olarak kaynak göstererek belirttiğimi,

beyan ve bu etik ilkeleri ihlal etmiş olmam halinde bütün sonuçlarına katlanacağımı kabul ederim.

Engin KOCA

TEŞEKKÜR

Ustam, değerli hocam Prof. Dr. İhsan FAZLIOĞLU'na sonsuz şükranlarımı sunarım.

Engin KOCA

Üsküdar-2017

Bulunmak için arayanlara...

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ONAY	v
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI.....	xii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
ABSTRACT	xvii
GİRİŞ	1
1. YÖNTEMSSEL DÖNÜŞÜM.....	11
1.1. Bacon.....	12
1.1.1. Geleneksel Bilimsel Yöntem Eleştirisi	13
1.1.2. Bilimlerin Tasnif Edilmesi	17
1.1.3. Doğruluğun Garantörü Olarak Fayda	19
1.1.4. Doğa Felsefesinin Hedefi Olarak Form-Yasa	20
1.2. Descartes	22
1.2.1. Doğa Bilgisi ve Matematik	23
1.2.2. Özlerin Açık ve Seçik Bilgisi	25
1.2.3. Hipotetik Tümdengelim Yönteminin Descartesçi Kökleri	30
1.3. Galileo	33
1.3.1. Diyalektik Yöntem	34
1.3.2. Birincil ve İkincil Nitelikler Ayrımı ve Matematik.....	36
1.3.3. Özlerden İlişkilere	37
1.3.4. Tümevarım ve Hipotetik Tümdengelim	40
1.3.5. Galileo ve Arşimetçi Yöntem	44
1.4. Newton	45
1.4.1. Cotes'un Newtoncu Yöntem Savunusu	45
1.4.2. Newton için Akıl Yürütme Kuralları	47

1.4.3. <i>Newtonian Style</i>	49
1.4.4. Deneysel Yöntem ve Hipotetik Tümdengelimli Yöntem	51
1.4.5. Tümevarım.....	53
1.4.6. Bacon'ın Newton Üzerindeki Etkisi	56
1.4.7. Deneysel Yöntemde Analiz ve Sentez	57
1.5. Değerlendirme	58
2. METAFİZİKSEL DÖNÜŞÜM	61
2.1. Madde Kavramı	61
2.1.1. Klasik Felsefi Sistemlerin Madde Teorileri.....	62
2.1.2. Modern Felsefi Sistemlerin Madde Teorileri	69
2.1.2.1. Kartezyen Fizik ve Madde Teorisi.....	70
2.1.2.2. Atomcu Fizik ve Madde Teorisi	73
2.1.2.3. Newtoncu Fizik ve Madde Teorisi.....	76
2.1.3. Değerlendirme	79
2.2. Uzay Kavramı	80
2.2.1. Klasik Felsefi Sistemlerde Uzay Kavramı.....	81
2.2.1.1. Hareket Ettirici İlke Olarak Aristotelesçi Mekanın Eleştirisi	85
2.2.1.2. <i>Plenumun Dönüşümü</i>	90
2.2.2. <i>Corpuscularist Plenum</i>	92
2.2.3. Gassendi ve More'da Uzay Kavramı.....	95
2.2.4. <i>Spirit</i> 'in Eylem Alanı Olarak Mutlak Uzay	97
2.2.5. Newtoncu Doğa Felsefesinin Metafizik Temeli Olarak Mutlak Uzay.	101
2.2.6. Değerlendirme	105
2.3. Kuvvet Kavramı	107
2.3.1. Spritüel-Sempatik Kuvvet	108
2.3.2. <i>Impetus</i> Kavramının Dönüşümü: İtici Kuvvet ve Direnç Kuvveti	113
2.3.3. Spritüel-Sempatik Kuvvetten Fiziksel-Mekanik Kuvvete	117
2.3.4. Newtoncu Mekanik Kuvvet	124
2.3.5. Değerlendirme	128
2.4. Doğa Yasası Kavramı.....	129
2.4.1. Fenomenal ve Teorik Doğa Yasaları	130
2.4.2. Doğa Yasasının Zorunluluğu ve Nedensellik	132
2.4.3. Doğa Yasası Kavramının Ortaya Çıkışı.....	135
2.4.4. Fizik ile Orta Bilimler Arasındaki Çatışmanın Aşılması	137

2.4.5. <i>Determinism ve Voluntarism</i> Arasındaki Çatışmanın Aşılması	143
2.4.6. Değerlendirme	147
3. FİZİKSEL DÖNÜŞÜM	149
3.1. Aristotelesçi Sistemde <i>Tekhne</i> , Orta Bilim ve <i>Metabasis</i> Yasağı.....	159
3.2. Antik Mekanik Gelenekleri.....	166
3.2.1. Pratik Mekanik Geleneği.....	168
3.2.2. Teorik Mekanik Geleneği	172
3.3. Mekanik Fiziğin Yükselişi	181
3.3.1. Mekanik Fiziğin Maddi Zemini	184
3.3.2. Mekanik Fiziğin Metafizik Zemini	188
3.4. Mekanik Felsefe	196
3.4.1. Mekanik Felsefenin Modelleri ve İlkeleri	203
3.4.2. Mekanik Modeller ve Hareket	205
3.5. Hidrostatikten <i>Vortex</i> Teorisine ve Kütle-Çekim Kuvvetine.....	211
3.6. Doğa Felsefesinin Matematiksel İlkeleri	216
3.6.1. Kepler Yasalarından Kütle-Çekim Kuvvetine.....	221
3.7. Değerlendirme	226
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	229
KAYNAKÇA	233
ÖZGEÇMİŞ.....	257

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1. Pseudo-Aristoteles'te Hız ve Yay Uzunlukları Oranı...	169
Şekil 3.2. Pseudo-Aristoteles'te Hız ve Yay Uzunlukları Oranı.	169
Şekil 3.3. Arşimet'te Parabolik Kesitin Alanının Hesaplanması.....	174
Şekil 3.4. Arşimet'te Silindirin İçindeki Küre Hacminin Hesaplanması.....	176
Şekil 3.5. Descartes'ta Hız, Alınan Yol ve Süre Oranı.....	209
Şekil 3.6. Galileo'da Alınan Yol ve Hız Oranı.....	210
Şekil 3.7. Borelli'de <i>Vortex</i> Modellemesi.....	215
Şekil 3.8. Newton'da Eliptik Yörünge İspatı.....	223
Şekil 3.9. Newton'da Eliptik Yörünge İspatı.....	223
Şekil 3.10. Newton'da Kütle-Çekim Kuvveti İspatı.....	224

ÖZET

Niteliksel hareketin niceliksel harekete indirgenmesi olgusunun ve 17. yüzyıl yeni doğa felsefesinin yükselişinin arkasında teorik, toplumsal, siyasal ve ekonomik pek çok parametre vardır. Fakat bu çalışmada olgunun sadece yöntemsel, metafiziksel ve fiziksel yanına dair teorik tartışmalar araştırma konusu kılınmış, sürece katkı yapmış pek çok filozoftan sadece kırılma noktaları olarak belirlenen isimler mercek altına alınmıştır.

Tez, ilk olarak yeni doğa felsefesini mümkün kılan en temel dönüşümün, niteliksel hareketin niceliksel hareket indirgenmesi olduğunu göstermeyi amaçlamaktadır. Bu kavramsal dönüşüm, niteliksel terimlerle tanımlanmış organik tasarımlı formalist ve statik Aristotelesçi ontolojiyi tasfiye etmiş ve yerine niceliksel terimlerle tanımlanmış mekanik tasarımlı atomcu ve dinamik (ilişkisel) bir ontolojiyi ikame etmiştir. Bu minvalde genel geçer bir ifade olarak kullanılan “fiziğin matematikleştirilmesi” tabiri tartışma konusu kılınmış, analiz edilmiş, Arşimetçi köklerine işaret edilmiş ve yeni bir kavramsallaştırma (fiziğin mekaniğe indirgenmesi) teklif edilmiştir.

İkinci olarak tez, yeni doğa felsefesinin doğuşunu astronomi bilimi ve eylemsizlik ilkesi merkezli yapan çalışmaların ihmal ettiği teorik mekanik bilimini ve Arşimetçi “denge” ilkesini sürecin merkezine koymayı, bu çerçeveden bir yeni doğa felsefesi okumasının daha açıklayıcı olduğunu göstermeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Niteliksel ve Niceliksel Hareket, Madde ve Uzay, Doğal Kuvvet, Doğa Yasası, Mekanik Felsefe, Orta Bilimler.

ABSTRACT

There are lots of theoretical, social, political and economic parameters behind the rise of the 17th century new natural philosophy and phenomena of the reduction of qualitative motion to quantitative motion. However in this work, only the methodical, metaphysical and physical discussions of the phenomena have been taken into account and from many philosophers who contribute the process, only the ones who are determined as the breaking point have been focused.

Firstly, thesis aims to show the transformation which creates the new natural philosophy is the reduction of qualitative motion to quantitative motion. This conceptual transformation eliminated the organically framed formalist and static Aristotelian ontology which was defined with qualitative terms and replaced it with mechanically framed atomist and dynamic (relational) ontology which was defined with the quantitative terms. In this manner, “mathematization of physics” which is used as the mainstream expression have been discussed, analyzed, its Archimedean roots was pointed out and a new conceptualization (reduction of physics to mechanics) has been offered.

Secondly, thesis aims to explain that astronomy and principles of inertia centered reading of the rise of the new natural philosophy is ignoring mechanics and the Archimedean principles of balance, therefore this work proposes that mechanics and balance centered reading of the new natural philosophy is more explanatory.

Key Words: Quantitative and Qualitative Motion, Matter and Space, Natural Force, Law of Nature, Mechanical Philosophy, Middle Sciences

GİRİŞ

Antik dönemden itibaren felsefi sistem olarak ortaya konan dünya resimlerinde en önemli konulardan biri, belki de en önemlisi hareket (değişim) problemi olmuştur. Platon ve Aristoteles başta olmak üzere Grek *monist*, *dualist* ve *pluralist* felsefi dizgeleri arasındaki en önemli tartışma hareketin açıklanması üzerinedir. Platoncu “pay alma” doktrini ve onun karşısındaki Aristotelesçi “bilkuvve-bilfiil” doktrini bunların en önemlileridir. Bu iki felsefi dizge de formalisttir; yani aktif ve pasif ilkelerden oluşan statik bir töz anlayışına ve organik bir evren tasavvuruna sahiptir. Bu organik *bütün*¹, tikel teorik bilimlerin araştırma sahasını, pratik bilimlerin erdemlerini ve sanatların (*tekhne*) kendisinden hareket edeceği teorik bilgiyi sağlayarak onlara meşruiyet verir.

On yedinci yüzyıl Batı Avrupa’sında gerçekleşen doğa felsefesindeki dönüşüm, diğer bir deyişle hareketin nicelleşmesi, statik töz anlayışını ve kadim dünyanın kozmos tasavvurunu, diğer bir deyişle filozofun *bütüne* dair formülasyonunu yıkmış, yerine mekanik bir *bütün* ikame etmiştir. Bu yeni doğa tasarımı, tüm var olanları aynı varlık düzlemine yerleştirmiş; amaç, uyum, kemâl ve anlam gibi değer ifade eden kavramları niteliksel ve ölçülemez olduğu için doğayı soruşturma biçiminin dışına itmiştir. Diğer bir ifadeyle niteliksel tözlerin, teolojik ve teleolojik ilişkilerin doğasından, uzay ve zamanda mekanik olarak hareket eden cisimlerin doğasına geçilmiştir.

Bu dönüşüm daha temelde insanın iradesi ile teorik aklı (anlama yetisi) arasındaki geleneksel ilişkiyi de alt üst etmiş ve yeni doğa felsefenin üzerinde yükseleceği metafizik temeli oluşturmuştur. Buna göre, eğer Grek *bütünü*nde olduğu gibi insanın

¹ Tez boyunca “bütün” tabiri, çokluğu birliğe getiren, insana, doğaya ve tanrıya dair bilgi üretme sürecinin çerçevesini çizen formülasyon anlamında kullanılmıştır.

iradesi özgür değilse, yani insanın seçimleri ve davranışları tümüyle içkin veya aşkın güçler tarafından belirleniyorsa, o zaman doğa da ona içkin veya aşkın bir yasallıkla (nedensellik) eyler ve doğal süreçlerin bir öznesi yoktur. Eğer on yedinci yüzyılda olduğu gibi insanın iradesi (saf akıl) özgür ise, o halde doğa yasalarını ve kuvvetlerini kumanda eden irade sahibi bir Tanrı vardır. Fakat kumanda edilen düzenin-makinenin rasyonalitesi bu yöneticiden bağımsızdır. Bu düzeni-makineyi yapan Tanrı, tıpkı insanın teorik aklın işleyişine müdahale edememesi gibi, kumanda ettiği makinenin işleyişine müdahale edemez; sadece onun işleyişini durdurabilir (irade). Ama işleyiş devam ederken müdahale söz konusu değildir. İradesi ile insan, teorik aklın içeriğini seçmede özgürdür ama akıl yürütmenin formu iradeden bağımsızdır. Örnek olarak Öklid'in on aksiyomu² irade tarafından belirlenir; ama üçgenin iç açılarının toplamının yüz seksen derece olmasını teorik akıl söyler ve bu zorunludur. Yani hiç kimse Öklid'in aksiyomlarını kabul edip üçgenin iç açılarının toplamının yüz seksen derece olmadığını iddia edemez. Benzer şekilde Tanrı, doğadaki rasyonel düzenin nedenselliğini değiştiremez ama içeriğini değiştirebilir. Mekanik felsefenin bu metafizik çerçevesi, irade sahibi insan ve Tanrı anlayışıyla çelişkiye düşmeden rasyonel olarak işleyen mekanik bir doğa tasavvurunu oluşturabilmiş ve bilim yapma imkânını ortadan kaldırmadan³ *determinism-voluntarism* kavgasına bir çözüm getirebilmiştir. Descartes için ruh (*res cogitans*) fiziksel evrenin bir parçası değildir; bu nedenle fiziksel yasalara tâbi değildir. Doğal süreçleri modifiye etme, değiştirme, yönlendirme ve dolayısıyla kontrol etme gücüne ve özgürlüğüne sahiptir. Bu belirlenim, tezin üçüncü bölümünde görüleceği üzere *tekhnenin* amacıdır ve fiziğin genelde *tekhneye*, özelde mekaniğe indirgenmesinin bir sonucudur.

Yeni bir *bütün* inşa etmek, yeni bir ontolojik tasnif ve tanımlama şemasını gerektirir. Çünkü gözlemlenemez var olanlara referans veren teorik terimlerin ya da kavramların anlamı, bilimsel teorinin aksiyomlarınca, yapılan tanımlarca ve ölçüm

² Bu nedenle inançlar iradidir. Bazı kavramların tanımsız olması mantıksal zorunluluktur; ötsel olarak tanımlanamaz terimler varsaymak yanlış olsa da, nihai terimleri tanımlama girişiminin tanımsız terimler gerektirdiği açıktır; daha fazla bilgi için bkz: Morris Cohen and Ernest Nagel, *An Introduction to Logic and Scientific Method* (New Delhi: Allied Publishers Limited, 1968), 142.

³ Örnek olarak *occasionalism*'e düşmeden.

araçlarınca belirlenir.⁴ Örnek olarak “kuvvet” kavramının anlamı, Newton’un teorik doğa yasalarına, ölçüm araçlarına, tanımlarına ve deneysel-matematiksel çıkarımlarına göre belirlenir. Aynı şekilde “kütle” kavramı da “kuvvet” kavramı gibi doğrudan gözlemlenemez; ancak teori kabul edildiğinde varlığı kabul edilip dolaylı olarak hesaplanabilir bir mahiyet kazanır.⁵ Bu nedenle, duyuşal karşılığı olmayan var olanlara referans veren teorik kavramlar metafizikselidirler ve meşruiyetlerini modern mekanik *bütün* formülasyonundan alırlar.

Tanımlamaları belirleyen unsurlar ölçüm araçları, yani yöntemin nesneyi belirlemek için sahip olduğu kategorilerdir. Aristotelesçi doğa felsefesinin kategorileri cins, fasıl, tür, genel ve özel arazlardır (beş tümel). Yeni doğa felsefesinin kategorileri ise birincil ve ikincil niteliklerdir. Birincil nitelikler nesnenin asıl sahip olduğu ve ölçülebilen özellikleri, ikincil nitelikler ise nesnenin gerçekte sahip olmadığı ve ölçülemeyen özellikleridir. Bu şekilde “gözlemlenebilir olan” fikri de değişir. Klasik filozof için gözlemlenebilir olan, doğrudan duyuşlarla algılanabilir niteliklerdir (renk, büyüklük gibi); modern filozof için gözlemlenebilir olan, ölçülebilen niceliksel büyüklük (sıcaklık, basınç gibi) anlamına gelir. Çünkü yeni doğa felsefesi ölçülemeyen nitelikleri ölçülebilen niceliklere indirgemeye çalışır.⁶

Modern bilimin *bütüne* teşmil ettiği parçalar, mekanik bilimindeki mekanizmalardır. Mekanik, cisimler tarafından gerçekleştirilen hareketlerin fiziksel süreçlerini, bu hareketlerin sorumlusu olan doğal kuvvetlere nispetle açıklar. Öte yandan mekaniğin karşısında duran madde teorisi ise, cisimlerin fiziksel davranışlarını, yapıldıkları maddeye, maddenin yapısına ve doğasına nispetle açıklar. Bir fiziksel teorinin mekanik yaklaşımı ile madde teorisi yaklaşımı çok farklıdır; kaldırıcın, eğik düzlemin, vidanın veya çarkın nasıl çalıştığı madde teorisi ile açıklanamazken, yanma ve fermantasyon gibi olgular, akışkanlar ile katılar arasındaki farklar da mekanik ile açıklanamazdır. On yedinci yüzyıla kadarki dönemde baskın görüş,

⁴ Holger Andreas, "Theoretical Terms in Science", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2013 Edition), ed. E. N. Zalta, erişim 21.02.2015, <<http://plato.stanford.edu/archives/sum2013/entries/theoretical-terms-science/>>.

⁵ *Semantik Holizm* olarak bilinen bu görüşe göre kavram ve önermelerin anlamı, ait oldukları teorinin bütünündeki işlevlerine göre belirlenir. Daha fazla bilgi için bkz: Saffet Murat Tura, *Madde ve Mana: Rasyonalitenin Kökeni* (İstanbul: Metis, 2011), 77-91.

⁶ Thomas S. Kuhn, "The Function of Measurement in Modern Physical Science," *Isis* 52 (1961): 161-193.

madde teorisine dayalı bir fizik anlayışı üzerinden doğayı resmetmiştir; bu döneme kadar fiziksel süreçleri açıklamak, maddenin doğasını ve maddeyi düzenleyen nedenleri (dört nedeni) açıklamak olarak kabul edilmiştir. Bu Aristotelesçi çerçevede orta bilimlerin (*media scientia*: astronomi, mekanik, harmonik, optik), olguların “neden” gerçekleştiği ile değil “nasıl” gerçekleştiğiyle uğraştığı kabul edildiğinden, bu bilimlerin fiziksel değişimin nedenlerini araştırmanın yolları olarak görülmemiş, fiziksel süreçlerin nihai açıklamalarında aciz araçlar olarak kabul edilmişlerdir.⁷ Oswald Spengler’in vurguladığı gibi matematiksel ilişkilerin varlığı hareketin varlığına, yokluğu sabitelerin (töz) varlığına bağlıdır.⁸

On yedinci yüzyılın başında doğa felsefesi, Galileo’nun teorik mekaniği doğa felsefesi modellemesi için kullanmaya çalışması ve Descartes’ın fizikomekanik modelleri hipotetiklikten kurtarmaya çalışması ile yeni bir doğrultuda ilerlemeye başlamıştır. Galileo ve Descartes tarafından başlatılan saf mekanik açıklama biçimi Newton’un *Principia*’sıyla nihayete erer; buna göre göksel cisimler boyutsuz kütleli noktalar olarak boş uzayda, mekanik olarak tanımlanmış kuvvetlerin etkisi altında, yine mekanik zorunluluk olarak tanımlanmış doğa yasalarına göre hareket etmektedirler. Newton asla bunun bütün hikayeyi ortaya koyduğunu düşünmemiştir; çekim kuvvetinin mekanik açıklamasındaki boşluğu ise madde teorisi ile dolduracağını düşünmüş ve simya çalışmalarına ağırlık vermiş, fakat netice alamamıştır.⁹

İlkçağ ve (istisnalar kenarda tutulursa Akdeniz havzasında üretilmiş) Ortaçağ felsefesi, doğal fenomenler arasındaki ilişkileri (olgu durumlarını), sahip olduğu yalın ilkeler (aksiyomlar) üzerinden mantıksal zorunlulukla yaptığı çıkarımlara indirger. Tezin birinci bölümünde yapılacak tartışmanın göstereceği üzere doğa bilgisinin ihtimali hale gelmesi, doğaya dair teorilerin, özelde klasik astronomideki, genelde bütün orta bilimlerdeki görünüşü kurtaran (*saving the phenomena*)

⁷ Stephan Gaukroger, *Descartes’ System of Natural Philosophy* (Cambridge: Cambridge University Press, 2003), 93-94.

⁸ Aktaran Salomon Bochner, *The Role of Mathematics in the Rise of Science* (New Jersey: Princeton University Press, 1966), 217-218.

⁹ Gaukroger, *Descartes’ System of Natural Philosophy*, 94-95; Betty J. T. *Fizikte Felsefi Kavramlar ve Margaret C. Jacob, Newton ve Newtonculuk Kültürü*, çev. Gökçen Ezber (İstanbul: İzdüşüm Yayınları, 2000), 37-41.

hipotezlere dönüşmesi anlamına gelmektedir. Diğer bir deyişle on yedinci yüzyılda doğaya dair bilgi, orta bilimlerin ürettiği hipotetik bilgiye indirgenmiştir. Özellikle Newton ile birlikte “hipotez” teriminin anlamı değişmiştir; İlkçağ ve Ortaçağ boyunca orta bilimlerin ürettiği bilgi için kullanılan terim, on yedinci yüzyıldan itibaren Aristotelesçi veya Descartesçi anlamda, nihai nedenlere dair bilgi, yani doğaya dair kesin bilgi ideali (*epistēmē*) için kullanılmaya başlanır. Newton “her ne fenomenlerden yapılan bir çıkarım değildir işte o hipotezdir; ve hipotezin, ister metafiziksel ister fiziksel olsun, ister gizil niteliklere sahip olsun ister mekanik niteliklere, deneysel felsefede yeri yoktur”¹⁰ diyerek bu ayrımı açık bir biçimde ortaya koyar. Cohen de bu belirlenimi tasdik eder ve Newton için hipotez teriminin, ispat edilemez veya çürütülemez içerikte olan önermeler anlamına geldiğini söyler.¹¹

Orta bilimlerden biri olan mekanikteki mekanizmalar yeni *bütün* için analogi nesnesi olduğundan, yeni doğa felsefesi, doğadaki hareketi matematiksel olarak temsil edilebilir olana dönüştürmüş, diğer bir deyişle niteliksel değişimi niceliksel harekete indirgemıştır. Bu indirgemenin gerçekleşebilmesi için duyuşal içeriğin bütünüyle öznel kabul edilip doğa felsefesinin dışına çıkarılması, doğanın sadece madde ve hareketten ibaret olduğunun varsayılması gereklidir. Bu nedenle on yedinci yüzyıldaki *bütün* formülasyonları gerçekliğin madde ve hareketten (mekanik işleyişten) ibaret olduğunu varsaymıştır. Bundan sonra filozoflar arasındaki parçacık, atom, boşluk, doluluk gibi konular üzerindeki farklılaşmalar, filozofların diğer varsayımlarıyla (genelde reddedilen form (*morphe*) yerine ikame edilen varsayımsal unsurlarla) ilişkili olarak belirlenir.

Değişimi matematiksel olarak temsil edilebilir olana dönüştürme ve fiziği mekaniğe indirgeme girişimi, epistemolojik olarak ele alınan töz¹² (duyuşal değişimi taşıyan değişmez mâkûl-statik yapı) merkezli araştırmaların bilimler alanından çıkarılmasını da gerektirir. Klasik anlamda ontolojik töz ve araz ayrımı, epistemolojik olarak şeylerin bilgisini değişen¹³ ve değişmeyen¹⁴ olarak tasnif eder. Bu şemada arazların

¹⁰ Isaac Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, trans. Florian Cajori and Andrew Motte (Berkeley, Los Angeles, London: University of California Press, 1974), 547.

¹¹ I. Bernard Cohen, *The Newtonian Revolution* (Cambridge: Cambridge University Press, 1980), 100.

¹² Hypokeimenon (Gr.), Cevher (Ar.), Substratum (Lat.)

¹³ Doxa (Gr.), Zan (Ar.), Opinio (Lat.)

¹⁴ Epistēmē (Gr.), İlim (Ar.), Scientia (Lat.)

(duyusal-fenomenal olan) sürekli olarak değişmesi, bu tesadüfi-rastlantısal değişimin bilgisini tikel ve kıymetsiz kılmakta ve bu bilgiyi tümel ve zorunlu bilgi idealine (*epistēmē*)¹⁵ ters bir durum olarak belirlemektedir. Orta bilimlerin İlkçağ ve Ortaçağ boyunca “aşağı” konumu da ürettikleri bilginin olgunun nasıl gerçekleştiğine dair oluşundan ve nedenler üzerine söz söyleyememelerinden kaynaklanmaktadır. İlk defa Galileo, niteliksel değişimi niceliksel harekete indirgeyerek (birincil ve ikincil nitelikler ayrımı¹⁶), hareketin değişmez bir düzeni olduğunu ortaya koyar. Hareket arazını taşıyan bir töz yoktur bu şemada, onun yerine hareketin bizatihi kendisinin değişmez bir şekilde değişmesi vardır. Diğer bir deyişle değişmezlik kategorisi (töz), değişimi taşıyan statik bir yapı (birincil töz) değil, değişimi düzenleyen bir doğa yasasıdır. Cismin ivmelenmesi değişmez bir düzen ile değişmekte, cisim, maddesi ve büyüklüğü ne olursa olsun serbest düşmede hep aynı biçimde hızlanarak düşmektedir.¹⁷ Galileo hareketin nedenleriyle ilgilenmez, onun için insan bilgisi fenomenal nedensellik (voluntarism), yani hareketin hızı, ivmesi, süresi gibi değişkenlerin değişimindeki değişmez matematiksel düzenle (fenomenal doğa yasalarıyla) ilgilenebilir; fakat bu yasaların nedenleri (*transcendent*)¹⁸ meselesi sonu gelmez spekülâtif bir tartışma alanıdır.¹⁹ Artık doğa, birincil tözlerden (özne) ve ona ilişen arazlardan (yüklem) oluşmamaktadır; Aristotelesçi anlamda birincil tözler yoktur; onun yerine madde ve hareket vardır. Hareket ve hareketin sahip olduğu değişmez düzenlilik, maddeyi şekillendirici yeni aktif ilkedir. Madde, düşünürden düşünüre değişen bazı özsel niteliklere sahip olabilir; ama aslolan cismin tabi olduğu matematiksel doğa yasalarının soruşturulması noktasındaki mutabakat zeminini teşkil eden metafizik dönüşümdür.

¹⁵ Anthony Preus, *Historical Dictionary of Ancient Greek Philosophy* (Lanham; Toronto; Plymouth: The Scarecrow Press, 2007), 105.

¹⁶ Robert E. Butts, “Some Tactics in Galileo’s Propaganda for the Mathematization of Science Experience,” *New Perspectives on Galileo*, ed. R. E. Butts and J. C. Pitt (Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1978), 64-65.

¹⁷ Galileo Galilei, *Dialogues Concerning Two New Science*, trans. Henry Crew, Alfonso De Salvio (New York: William Andrew Publishing, 1914), 173-178.

¹⁸ *Transcendent* sözcüğü burada Kant’ın tanımladığı anlamda kullanılmaktadır. Daha fazla bilgi için bkz: Teoman Duralı, *Akılın Anatomisi: Salt Akıl Eleştirisinin Teşrihi* (İstanbul: Dergâh Yayınları, 2013), 91-95.

¹⁹ Galilei, *Dialogues Concerning Two New Sciences*, 166-167; Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 547.

Matematik, doğası gereği nicelikler (ölçülebilir ve hesaplanabilir unsurlar) ile uğraşmaktadır ve mekaniğe indirgenmiş fizik, esas itibarıyla şeyleri ve şeyler arası ilişkileri nicelikselleştirebildiği (ölçülebilir kıldığı) nispette araştırma konusu kılabilir. Klasik fiziğin sormuş olduğu “şey nedir?” sorusuna karşılık mekaniğe indirgenmiş modern fizik, “şeylerin ve şeyler arası ilişkilerin ölçülebilir nitelikleri (hız, ivme, kütle gibi) ve bunların işlevleri nelerdir?” sorusunu sormaktadır. On yedinci yüzyıl mekanik fiziğinin temellendiği madde teorisi, uzay, kuvvet ve doğa yasası kavramlarına dair yapılan tartışmalar da bu minvalde kıymet kazanmaktadır; çünkü bu dönemde “şey”in ne olduğu sorusuna cevap verilmeden, o “şey”in ölçülebilir niteliklerinin araştırma konusu kılınması, (klasik felsefe mirasının yükü altında olunduğundan), doğa felsefesi yapmak için yeterli görülmemektedir. Filozof “şey”i niceliksel yönden ele aldığı anda, düşünsel rakipleri “şey”in yapısının açıklanmasını da talep etmektedirler. Filozof bu durumda kendi fenomenal doğa araştırmasına uygun spekülatif bir fizikontolojik temel inşa etmek durumunda kalmaktadır. Buna örnek olarak, Huygens ve Leibniz’in çekim kuvvetinin doğasına, diğer bir deyişle *fenomenal* nedenin *numenal* nedenine dair Newton’a yönelttikleri eleştiriler gösterilebilir. Huygens²⁰ ve Leibniz’in²¹ temel talebi, kütle-çekim kuvvetinin ne olduğuna dair bir öz²² açıklamasıdır. Fakat Newton, her ne kadar kütle-çekim kuvvetinin ne olduğuna dair *esir-spirit* kavramı üzerinden bazı spekülasyonlar yapmış olsa da, son tahlilde *Principia*’nın *General Scholium* bölümünde *voluntarist* bir pozisyondan kütle-çekimin ne olduğuna dair çıkarım yapılabilecek deneysel hiçbir verinin olmadığını, bu konuda yapılacak her konuşmanın son tahlilde spekülasyon olacağını, bu nedenle kütle-çekimin ne olduğuna (öz) dair bir yanıt vermeden sadece onun nicelikselleştirilebilir yönünü matematiksel yöntem ile ele almakla yetindiğini vurgulayarak Galileo’nun durduğu yere çekilmeyi seçmiştir. Aristotelesçi doğa felsefesinde kendi kendini açıklayan kavramlar olarak öz ya da doğa (*phûsis*) ve form varken, yeni doğa felsefesinde doğa

²⁰ Daha fazla bilgi için bkz: Roberto De Martins, “Huygens’s Reaction to Newton’s Gravitational Theory”, *Renaissance and Revolution: Humanists, Scholars, Craftsmen and Natural Philosophers in Early Modern Europe*, ed. J.V. Field and F.A. James (Cambridge: Cambridge University Press, 1993), 203-213 ve ayrıca bkz: Cohen, *The Newtonian Revolution*, 79-80.

²¹ Ernst Cassirer, “Newton and Leibniz,” *The Philosophical Review*, 52/IV (Jul., 1943), 366-391.

²² Ousía (Gr.), Mahiyet (Ar.), Essentia (Lat.)

yasaları ve etkin kuvvetler vardır. Aristotelesçi felsefe özcü bir felsefi sistemken, yeni doğa felsefesi dinamik bir felsefi sistemdir.

Newton'un bu tercihi, nedenselliği iki açıdan ele alan *nominalist* ve *voluntarist* ada geleneğiyle ilgilidir. Bu gelenek, ilk olarak etkin nedenselliği eleştirip reddeder; ikinci olarak formel nedenselliği yeniden tanımlayarak matematiksel ispat ile özdeşleştirir.²³ Örnek olarak Newton'un hocası Isaac Barrow'a göre ikincil etkin nedenler bilinemezdir; ona göre matematiksel gösterimler ile tasvir edilebilen fenomenal nedensellik doğa felsefesi için en uygun açıklama biçimidir; çünkü Tanrı'nın irade ve kudreti, ikincil etkin nedensel bağlantılara zorunluluk atfetmeyi imkânsız kılmaktadır. Bir nedenden kaynaklandığı zannedilen bir sonucun bilinmeyen pek çok nedeni olabilir. Dolayısıyla bir etkin nedenden sonuca ya da tersi olarak bir sonuçtan bir etkin nedene dair zorunlu bir çıkarım yapılamaz. Doğal fenomenleri ortaya çıkaran ve fenomenal olmayan gerçek mekanizma, Barrow'a göre bilinemezdir. Doğadaki fenomenal düzenlilikler gerçek nedensel bağlantıyı ima etmez. Çünkü buraya yönelik hiçbir iddia temellendirilemez ve doğrulanamaz.²⁴

On yedinci yüzyıl yeni doğa felsefesinin bir diğer özelliği, Ortaçağ ana damar geleneğin Yeni Platoncu-Aristotelesçi sentezinden gelen akıl-nefs-beden üçlü ayrımında, hareket ettirici ilke olan formun-nefsin (*psūchē*) ortadan kaldırılmasıdır. Bunun yerine Descartes, Tanrı'nın yaratılışın başında maddeye yüklemiş olduğu *impetus*²⁵, onun ortaya çıkardığı *vortex* fırtınasını ve bütün süreci belirleyen üç doğa yasasını koyarken, Newton, madde parçacıkları arasındaki boşluklarda her daim eyleyen etkin kuvvetleri ve bu kuvvetlerin madde parçacıkları ile etkileşimini

²³ Antoni Malet, "Isaac Barrow on the Mathematization of Nature: Theological Voluntarism and the Rise of Geometrical Optics", *Journal of the History of Ideas* 52/II (1997), 282.

²⁴ Malet, "Isaac Barrow on the Mathematization of Nature", 268-270.

²⁵ *Impetus*, bir niteliğin bir şeyden başka bir şeye aktarılmasını karakterize eden bir kavramdır. Kavram, serbest düşmede, Aristotelesçi hareket eden ve hareket ettiricinin birbirlerine temas etmesi gerekliliğinin reddedilmesi ve hareket edenin hareket ettiriciden itici güç (*motive principle*) alması ile hareket etmesini ifade eder. *Impetus*, hem hareketin sebebi, hem de etkisidir. *Impetus* yüklenmiş cisimin hızı arttıkça *impetus* azalacak ve *impetus* bittiğinde cisim yere düşecektir. Galileo, öncelikle *impetus* fikrinden hareketin sebebi olma özelliğini elemiş, ikinci olarak gökteki sürekli ve düzenli hareketi yeryüzüne indirmiş, son olarak *impetus* ağırlık ve hız fonksiyonuna dönüştürmüş ve onu modern anlamdaki kinetik enerji ve momentum kavramlarına yaklaştırmıştır. Daha sonra kavram, kinetik enerji-potansiyel enerji kavramsallaştırması içinde erimiş ve ortadan kalkmıştır. Daha fazla bilgi için bkz: Andre Goddu, "Impetus", *Encyclopedia of the Scientific Revolutions: From Copernicus to Newton*, ed. Wilbur Applebaum (London; New York: Garland Publishing, 2000), 509-511.

belirleyen doğa yasalarını ikame eder. İki teori de eylemsizlik ilkesine dayanır; diğer bir deyişle cismi harekette tutan bir hareket ettirici ilkeye gereksinim yoktur. On yedinci yüzyılda klasik üçlü yapı parçalanmış, Külli *Logos* Descartes'ın bireysel *Cogito*'suna dönüşmüş, madde Grek felsefesinde olduğu gibi pasif olarak değil aktif olarak varsayılmıştır.²⁶ Grek felsefesinde insan aklı, evrenin düzenine bağlı olarak konumlanırken, modern felsefede evrenin düzeni *Res Cogitans* 'a göre konumlanır.²⁷ Smith bu süreci, “dıştan hareketle bilme”nin (*knowing things outside in*) yerini “içten hareketle bilme”ye (*knowing things inside out*) bıraktığını ifade ederek özetler.²⁸

Tezin amacı, on yedinci yüzyıl boyunca gerçekleşen bilimsel ve felsefi dönüşüm sürecini ve bu sürecin mimarlarının felsefe-bilim anlayışlarını sistematik bir biçimde ortaya koymak değildir. Aynı şekilde, tezin ele aldığı konuyu etkileyecek biçimde, düşünürün öznel inançlarına ve bazı siyasi ve toplumsal gelişmelere değinmek dışında, bilimsel ve felsefi dönüşümü etkileyen ve belirleyen dış etkenler olarak aynı dönemde yaşanan siyasi, ekonomik, dini ve toplumsal olaylar soruşturmanın dışında tutulmuştur. Tez, esas olarak niteliksel hareketin niceliksel harekete indirgenmesi, diğer bir deyişle fiziğin mekaniğe indirgenmesi olgusunun yeni doğa felsefesinin yükselişinin temelinde duran olgu olduğunu iddia etmekte ve bu olgunun nasıl gerçekleştiğinin yöntemsel, metafiziksel ve fiziksel analizini yaparak temellendirmeye çalışmaktadır.²⁹

²⁶ Descartes ile başlayan ama Newton ile nihayete eren çerçeveye göre madde parçacıkları eylemsizdir, her etkiye bir tepki gösterir ve momentumunu korur. Klasik Grek evreninde ise madde tümüyle pasif, yani edilgendir.

²⁷ Tülin Bumin, *Tartışılan Modernlik: Spinoza ve Descartes* (İstanbul: Yapı Kredi Yayınları, 1996), 48-49.

²⁸ Mark Smith, “Knowing Things Inside Out: The Scientific Revolution from a Medieval Perspective,” *The American Historical Review* 95/III (Jun., 1990), 726-744.

²⁹ Tez boyunca atıf yapılan kaynak Türkçe değilse, çeviriler tarafımızca yapılmıştır.

1. YÖNTEMSEL DÖNÜŞÜM

Aristotelesçi sistemde tümdengelim bir analiz, tümel ve yalın olanı çözümleme ile tikel ve bileşik var olanlara dağıtma ve gözlemlenemez nedenlerden gözlemlenebilir sonuçlar ya da fenomenler çıkarsama işlemidir. Bu şekilde doğal süreçlerde gerekçelendirilmiş bilgi elde edilebilir. Nedenleri bilinen şey de öğretilebilir ve öğrenilebilir. Aristoteles'in ifadesi ile "öğretilen şey, önceden edinilmiş bilgilerden hareket eden akılyürütmeye mümkündür."³⁰ Tümevarım ise tikel ve bileşik var olanların müşterek yanlarını, yani yalın ve tümel ilkeleri belirleme ve gözlemlenebilir fenomenlerden gözlemlenemez nedenlere ulaşma işlemidir. Aristoteles'in ifadesiyle "bize ilkeleri bildirenin zorunlulukla tümevarım olduğu apaçıktır. Duyum, ancak bu yoldan tümeli bizde gün ışığına çıkarabilir."³¹

Bu nedenle tümdengelim bir açıklama-analiz yöntemi, tümevarım bir keşif ya da inşa yöntemidir. Tümevarım duyusaldır; nihai noktası yoktur çünkü her daim bir istisna, mevcut tümeli revize etmeyi veya terk etmeyi mecbur edebilir. Tümdengelim akılcıdır; kendisinden hareket ettiği sabit, değişmez ve nihai aksiyomları vardır; tüm sistem bu aksiyomlara göre açıklanır; sistem içinde mevcut aksiyom ile açıklanamayan unsurlar anormal olan unsurlardır ve problem aksiyomlarda değil açıklanamayan unsurlardadır. Dolayısıyla tümevarım kaideyi bozacak istisnalar peşindeyken, tümdengelim kaideyi bozacak istisnaları ihmal etme eğilimindedir.

Bu bölümde niteliksel hareketin niceliksel harekete indirgenme olgusunun oluşum sürecinde gerçekleşen yöntemsel tartışmalar ele alınacaktır. Bu süreçte Aristotelesçi

³⁰ Aristotle, "Posterior Analytics", *The Complete Works of Aristotle Vol. 1*, trans. J. Barnes (New Jersey: Princeton University Press, 1991), 71a1-10.

³¹ Aristotle, "Posterior Analytics", 100b3-17.

çizgide tümel ve zorunlu tümel ilkeler ile tikel olguları birleştiren orta terim araştırmasının yerini, madde üzerinde gerçekleşen değişimin tâbi olduğu yasalar araştırmasının aldığı görülmektedir. Görünen (mahûs) olgu ve olayların nedenlerinin görünmez (makûl) alanda olduğu inancının klasik doğa felsefesinden olduğu gibi tevarüs edildiği on yedinci yüzyılda, ilk olarak görünmez alandaki gayr-ı maddi fomların yerini gayr-ı maddi fiziksel kuvvetler almış, ikinci olarak görününen dünya ile görünmez dünya arasındaki ilişkinin niteliksel orta terimlerin keşfedilmesiyle değil, niceliksel matematiksel ilişkinin açığa çıkarılmasıyla mümkün olduğu kabul edilmeye başlanmıştır. Bu süreçte tümevarım ile ulaşılan ilkelerin tümelliği ve zorunluluğu özellikle Bacon, Descartes ve Galileo tarafından ele alınarak farklı cevaplar üretilmiştir. Daha sonraki süreçte Huygens ve Newton bu cevapları farklı biçimlerde sentezleyerek kendi yöntemlerini oluşturmuşlardır.

Yeni bir yöntem teklifi zorunlu olarak yeni bir ontolojik tasnif ve bir epistemolojik şema ile karşılıklı birbirini belirlediği için, kısmen de olsa düşünürlerin ontoloji ve epistemoloji yaklaşımlarına değinilecektir. Birincil ve ikincil nitelikler ayrımının meşruiyeti, cismin birincil niteliklerinin hangileri olduğu, hareketin bir hareket ettiriciye ihtiyaç duyup duymadığı, cismin madde ve formdan mı yoksa parçacıklardan mı oluştuğu gibi pek çok problem, düşünürün doğayı ele alırken tercih yapması gereken metafizik konular olarak ortaya çıkmış ve düşünürün doğayı ele alış biçimini ve yöntemini belirlemiştir.

Bu bölümde ilk olarak Bacon'ın klasik yönetime yönelik eleştirileri ve yaptığı teklif ele alınacaktır; daha sonra Descartes'ın tümellik ve zorunluluk konusunda önerdiği alternatif ortaya konulacaktır. Üçüncü ve dördüncü bölümde, niteliksel dönüşümü niceliksel harekete indirgeyen Galileo ve Newton'un doğayı idealize etme biçimleri, bu indirgeme sürecinde doğaya nasıl yaklaştıkları ele alınacak, Hipotetik Tümdengelim Yöntemi ile Deneysel Yöntemin, Newton'un gözünden bir karşılaştırması yapılmaya çalışılacaktır.

1.1. Bacon

Bacon kendi projesine “Büyük Yenilenme” ismini verir ve amaçladığı şey de uygun temellerde insan bilgisinin, sanatın ve bilimlerin yeniden inşa edilmesidir. Çünkü

Bacon, geleneksel bilim anlayışının, şeylerin kendilerinden ziyade onlar hakkında yazılmış kitaplara, gerçekten ziyade yanlış inanışlara ve hurafelere önem verdiğini düşünür ve bu yanılgılardan kurtulmak için de yeni bir yöntem ile doğaya yaklaşılması gerektiğini iddia eder.³²

Great Instauration (Büyük Yenilenme) isimli eserinde Bacon, geçmişin otoriter figürlerine atıfla yapılan konuşmaların felsefeye bir katkı yapıp onu geliştirmediğini, hangi ekole mensup olunursa olunsun, diğer ekollerin yalnızca eleştirilmek için okunduğunu ifade eder. Bacon'a göre bu tavır felsefenin bir düşünce ve araştırma işlemi olarak değil bir itikat meselesi olarak görülmesine neden olmakta ve bu da geçmiş kazanımları görmeyi imkânsız hale getirmektedir.³³

“Büyük Yenilenme” altı adımlı bir projedir. İlk adımda Bacon, yüzyıllardır çok az şeyin başarıldığı ya da hiçbir şeyin başarılmadığı teorik araştırma alanlarındaki problemin, kullanılan yöntemin yetersizliğinden kaynaklandığını göstermeyi amaçlar. İkinci adımda bu alanlara, geleneksel Aristotelesçi gözlemsel tümevarımın yerini alacak deneysel verilere vurgu yapan “deneysel tümevarım” yöntemini teklif eder. Üçüncü adım, yeni yöntemin kullanılması için gerekli olan, doğal ve deneysel olgulara dair yapılan ayrıntılı deneysel araştırmaları kapsayacaktır. Dördüncü adımda çeşitli deneysel verilerden nasıl sonuç çıkarılması gerektiği tartışılacak ve deneylerden toplanan geçici verilerin pratik faydaları belirlenecektir. Bacon bu projenin yalnızca ilk iki adımını hayata geçirebilmiştir; ilk adım 1623 tarihli *Of the Dignity and Advancement of Learning*, ikinci adım ise 1620 tarihli tamamlanmamış eseri *Novum Organum*'dur.³⁴

1.1.1. Geleneksel Bilimsel Yöntemin Eleştirisi

Bacon doğanın araştırılmasının iki yöntemi olduğunu, doğru yöntemin geleneğin kullanageldiği klasik tümevarım değil, kendisinin teklif ettiği yeni deneysel tümevarım olduğunu ifade eder.

³² Barry Gower, *Scientific Method: An Historical and Philosophical Introduction* (London: Routledge, 1997), 41.

³³ Francis Bacon, *New Atlantis and The Great Instauration*, ed. Jerry Wingberger (Illinois: Harlan Davidson Inc., 1989), 11-12.

³⁴ Gower, *Scientific Method*, 42.

Araştırmanın veya gerçeği keşfetmenin iki yolu vardır ve olabilir. İlki duyulardan ve tikellerden en genel aksiyomlara uçar ve bu değişmez ilkelerden orta terimleri keşfederek ilerler. Diğer yöntem duyulardan ve tikellerden, hiçbir halkayı atlamadan yavaş yavaş yükselerek aksiyomlara ulaşır; daha sonra bu şekilde devam ederek en genel aksiyomları elde eder. Bu ikinci yol doğru olan yoldur ve henüz denenmemiştir.³⁵

Benzer şekilde *Great Instauration* isimli makalesinde, Aristotelesçi tümevarımla ulaşılan ilk ilkeleri ve bu ilk ilkelerden hareketle yapılan kıyas işleminin doğadan kopuk gerçekleştirilmesini eleştirir.

Amaç farklılaşınca, ispatın doğası ve düzeni de farklılaşır. Klasik mantık için neredeyse tüm işlemler kıyastır. Kıyas önermelerle yapılır; önermeler ise kelimelerden yapılır. Kelimeler fikirlerin simgeleridir. Aklın fikirleri ise olgulardan yapılan soyutlamalardır ve bu soyutlamalar yeterince kesin değildir, belirsizdir ve hatta yanıltır... (Çünkü) kıyasta duyular ile algılanan tikellerden, sabit ve değişmez tümellere bir anda uçulur; daha sonra doğadan kopuk biçimde bunlardan orta terimler çıkarsanır. Benim planım düzenli ve yavaş bir biçimde bir aksiyomdan diğerine yapılan harekettir; sonuçta en genel olan tümel, son aksiyoma ulaşılan kadar belirlenmez. Her bir aksiyom belirlendiğinde, şeylerin kalbinde yatan ilk ilkeler de belirlenmiş olacaktır.³⁶

Aristoteles'in tümdengelim mantığı, tümel ve zorunlu ilk ilkeler ile tikel fenomenleri ilişkilendiren nedenlerin ya da orta terimlerin keşfedilmesini amaçlar. Bu tarz akıl yürütmede açıklamaların doğru olması için ilk ilkelerin tümel ve elde edilen orta terimin zorunlu olması gereklidir. Bacon burada, her zaman tikel ve mümkün olan duyusal deneyimden veya fenomenal sonuçlardan hareket eden klasik tümevarım yöntemini eleştirisinin merkezine koyar. Bacon'a göre skolastik felsefenin kıyas için kullandığı ilk ilkeler hatalıdır. Bu hatanın kaynağı da duyuların ve hayal gücünün doğru kullanılmamasıdır. Duyular yanıltmakta, hayal gücü de tikel ve mümkün fenomenlerden sözde tümel ilkelere sıçramakta ve akli hesabı verilmemiş genellemelerle doldurmaktadır.³⁷

³⁵ Aktaran Michel Malherbe, "Bacon's Method of Science," *The Cambridge Companion to Bacon*, ed. Markku Peltonen (Cambridge: Cambridge University Press, 1996), 79.

³⁶ Bacon, *New Atlantis and The Great Instauration*, 22.

³⁷ Malherbe, "Bacon's Method of Science," 79-80.

Bacon'ın çizdiği şemaya göre düşünsel fakülteler (*rational faculties*) akıl (*reason*), hayal (*imagination*) ve hafıza (*memory*) olmak üzere üç tanedir.³⁸ İlk olarak dış dünyanın duyularda bıraktığı izlenimler, suretler olarak hafızaya kaydedilir. Daha sonra hayal yetisi bu suretleri işler-yorumlar ve akıl bu suretlerden bir takım soyutlamalara ulaşır. Bu süreçte düşünsel hatalar ya tikel şeylerin suretlerinin hafızaya kaydedilmesi sırasında ya da bu suretlerin hayal gücünde yorumlanması sırasında gerçekleşir.³⁹

Bacon'a göre bilginin kaynağı duyulardır; ama genel olarak duyular şeylerin gizli kalmış yapılarına (*activity of pneumatic spirits*) nüfuz edemez. Bacon'a göre gözlem doğanın gerçekliğini sunmaz⁴⁰ ama doğru yöntem kullanılması şartıyla, tikel suretlerin toplanmasında ve karşılaştırılmasında, görünmez olguları, deney ve aletlerin yardımıyla görünür kılmada ve hepsinden önemlisi akli uygunsuz temayüllerden arındırmada duyuların yardımı zorunludur.⁴¹

Bacon'a göre hatalı akıl yürütmenin ikinci nedeni hayal yetisidir; ilk olarak hayal, akli doğal olguların dışına çıkartıp onu kendi iç spekülasyonlarına hapseden bir yetidir.⁴² Bacon buna "hayalin uçması" ismini verir.⁴³ Bunu engellemek için ona "kanat takmak yerine ayaklarına kurşun ve ağırlıklar bağlanmalıdır."⁴⁴ İkinci olarak hayal gücü çabuk tatmin olan ve bu şekilde akli tembelliğe alıştıran bir yetidir. Tikelleri yeterince soruşturmadan bir çırpıda ulaşılan tümeller ve elde edilen tümellerden yapılan çıkarımlar eğer hayali memnun ediyorsa, bu durumda akıl fantezilerle dolar ve düşünemez.⁴⁵ Bacon hayal gücünden kaynaklanan bu tarz yanlışlara "*idols*", yani rastgele soyutlamalar der. Eğer amaç fantastik rüyalar yerine doğal olguları ve yaratıcının o olgular üzerindeki mührünü (form) görmekse, bu rastgele soyutlamalardan kurtulmak gereklidir.⁴⁶

³⁸ Koen Vermeir and Sorana Corneanu, "Idols of the Imagination: Francis Bacon on the Imagination and the Medicine of the Mind," *Perspective on Science* 2 (2012), 183-184.

³⁹ Vermeir and Corneanu, "Idols of the Imagination," 185-186.

⁴⁰ Malherbe, "Bacon's Method of Science," 80.

⁴¹ Francis Bacon, *Novum Organum*, çev. Sema Önal (İstanbul: Say Yayınları, 2012), 37-40.

⁴² Bacon, *Novum Organum*, 91-92.

⁴³ Bacon, *Novum Organum*, 36 ve 55.

⁴⁴ Bacon, *Novum Organum*, 36 ve 55.

⁴⁵ Vermeir and Corneanu, "Idols of the Imagination," 188-189.

⁴⁶ Vermeir and Corneanu, "Idols of the Imagination," 185-186.

Bacon, hem duyulardan hem de hayal gücünden kaynaklı hatalardan dolayı doğru bir biçimde bilgi üretemeyen doğa araştırmacılarına sırasıyla *deneyciler* ve *dogmatikler* isimlerini verir. *Deneyciler* (simyacılar ve sihir ile uğraşanlar) felsefelerini çok az sayıda deneye dayandırarak töz değişimlerini denetlemeye ve bu bilgileri hermetik gelenekteki bilgilerle ilişkilendirmeye çalışırlardır. *Dogmatikler* ise bütün bilgiyi sonuçsuz tartışmalar ile özdeşleştirenlerdir.⁴⁷ *Dogmatikler* ile kastedilen Skolastik rasyonalizmdir ve bu felsefe, hazmedilmemiş ve kesinleşmemiş genel fikirleri toplayarak gerisini meditasyona ve sezgiye bırakarak hata yapmaktadır.⁴⁸ Bacon *deneycileri* durmadan malumat yığan karıncalara, *dogmatikleri* ise durmadan ağ ören örümceklere benzetir. Arı ise hem malumat toplar hem de bunları işleyerek faydalı olan balı üretir. Bacon kendi yöntemini arının yöntemine benzetir, bu nedenle bilimsel yöntem duyuların, hayalin ve aklın uyumlu birlikteliği ile mümkün olabilir.⁴⁹

Bacon, rasyonalist ailenin doğa hakkında ulaştığı sonuçların hiçbir pratik faydasının olmadığını ifade eder; fayda veren araştırmalar deneylerle elde edilenlerdir.⁵⁰ Geleneksel doğa felsefesi ve yöntemi, sahip olduğu ve deneysel olarak hakkı verilmemiş bir takım kavramlar ile çalışmakta, ilk olarak bu çalışmanın hiçbir pratik faydası olmamakta, ikinci olarak elde edilen sonuçlar bizi yeni deneylere de götürmemektedir. Kitabın ilk özdeyişinde Bacon, doğayı anlamanın amacının ona hakim olmak ve onu kontrol etmek olduğunu söyler.⁵¹ Bacon için bilgi güçtür; insan onunla doğayı kontrol eder ve ondan faydalar elde eder. Şu halde fayda sağlamayan bilgi felsefesinin dışındadır. Doğa felsefenin amacı, geleneksel felsefede olduğu gibi ilahi nizamı tefekkür etmek değil, gündelik yaşam içerisindeki tarım, tıp, iletişim, savaş sanatları, madenler gibi pek çok alanda insanlığın mevcut durumunu daha iyi ve güçlü kılmaktır.⁵² *Novum Organum*'daki ifadesiyle “bilimlerin gerçek ve doğru hedefi, yeni keşifler ve zenginliklerle insan yaşamını donatmaktır.”⁵³

⁴⁷ Paolo Rossi, “Bacon’s Idea of Science,” *The Cambridge Companion to Bacon*, ed. Markku Peltonen (Cambridge: Cambridge University Press, 1996), 27-28.

⁴⁸ Vermeir and Corneanu, “Idols of the Imagination,” 189.

⁴⁹ Bacon, *Novum Organum*, 79.

⁵⁰ Bacon, *Novum Organum*, 34-36.

⁵¹ Bacon, *Novum Organum*, 33.

⁵² Cohen, *The Newtonian Revolution*, 5.

⁵³ Bacon, *Novum Organum*, 157.

Bacon skolastik felsefeye yaptığı eleştiriyi, tikel ve mümkün olan fenomenlerden kesin ve zorunlu olan aksiyomlara sıçrama yapma noktasında yoğunlaştırır. Burada kritik nokta, aklın deneysel verileri görmezden gelip, tikel hakkında yeterince soruşturma yapmamasının bir neticesi olarak hayali fikirlere ulaşmasının eleştirilmesidir. Deneysel yöntemin en önemli amacı bu uçmayı engellemektir.⁵⁴ Bunun için sadece gözlemle yetinilmemeli, doğaya işkence edilerek (deney) sahip olduğu sırlar (formların bilgisi) ondan sökülerek alınmalıdır. Bu bilgi, doğaya hükmetmenin aracıdır.⁵⁵

1.1.2. Bilimlerin Tasnif Edilmesi

Bacon felsefi birikimi reddetmez, onun hatalardan arındırılması gerektiğini, yeni bilgilerle zenginleştirilmesi gerektiğini ve bu nedenle bilimlerin bölümlenmesinin felsefi mirasa göre yapılması gerektiğini düşünür.⁵⁶

De Augmentis isimli eserinde Bacon, insandaki hafıza, hayal ve akıl fakültelerine tekabül edecek şekilde bilgiyi üçe ayırır: tarih, şiir (sanat) ve felsefe.⁵⁷ Bu bölümlendirme hem insanî bilgi alanına hem de ilahî bilgi alanına uygulanır. İnsanî bilginin kaynağı duyu, ilahî bilginin kaynağı ise ilhamdır. Bacon'ın odaklandığı alan ise insanî bilginin elde edilmesinde takip edilecek doğru yöntemdir.⁵⁸

Bacon için doğaya dair bilgi formların bilgisidir; bu nedenle Aristotelesçi maddi neden, etkin neden ve ereksel neden reddedilmelidir; çünkü ereksel neden yozlaştırıcı, maddi ve etkin nedenler ise bilinemezdir.

Nedenleri madde, form, etkin ve ereksel neden olarak bölmek yanlış değildir. Bununla birlikte en sonuncusu yalnız insanın insanla olan ilişkisini bozmakla kalmaz, bilimleri de bozar... Etkin neden ve maddi neden istikrarsız ve yüzeyseldir, gerçek ve etkin bilgiye hemen hemen hiç yararları yoktur... Fakat formları bilen birisi, görünüşte birbirinden çok ayrı olan tözlerdeki tabiatın birliğini kavrayabilir.⁵⁹

⁵⁴ Vermeir and Corneanu, "Idols of the Imagination," 192-193.

⁵⁵ Malherbe, "Bacon's Method of Science," 76.

⁵⁶ Bacon, *New Atlantis and The Great Instauration*, 19-20.

⁵⁷ John F. Tinkler, "Bacon and History," *The Cambridge Companion to Bacon*, ed. Markku Peltonen (Cambridge: Cambridge University Press, 1996), 232.

⁵⁸ Sachiko Kusukawa, "Bacon's Classification of Knowledge," *The Cambridge Companion to Bacon*, ed. Markku Peltonen (Cambridge: Cambridge University Press, 1996), 51.

⁵⁹ Bacon, *Novum Organum*, 203-204.

Bacon için bilgi ancak “ortak nedenler”i⁶⁰ (soyut doğa; form)⁶¹ ortaya koyduğunda “varlığın resmini sunabilir.”⁶² Varlığın resmi olarak açıklama arayışı, sonuçların ve gizli-gözlemlenemez nedenlerin araştırılması ile başlar; bütün bu nedenlerin formu olan varlığın en dip katmanına ulaşmaya çalışır. Derinlik, gizlilik derecesi ile doğru orantılıdır. Bu nedenle Bacon teorik doğa felsefesini iki alt disiplinin birleşiminden oluşturur: En derin nedenlerle, yani formlarla ilgilenen metafizik ve gözlemlenen sonuçların derin yakın nedenleri (orta derece aksiyomlar) ile ilgilenen fizik.⁶³

Teorik doğa felsefesi, fizik ve metafizik olarak iki alt başlığa ayrılırken, pratik doğa felsefesi mekanik ve sihirden oluşur. Teorik kısım nedenleri araştırırken, uygulamalı kısım sonuç üretir. Teorik kısımda bir *doğa* (form) hakkında ortaya konan önermenin soyutluk derecesi, uygulamalı kısımda yeniden üretilen bu *doğanın* maddeden bağımsızlık derecesiyle aynıdır. Bacon’ın form kavramsallaştırmasının özü bu uygulamalı kısımda inşa edilir.⁶⁴

Bu şemada fizik, görünen nedenleri ele alırken, mekanik bu görünen nedenlerin başka ne gibi sonuçlar üretebileceğini ele alır. Metafizik ise gerçek nedenleri, şeylerin özünü veya formunu ele alan bilimdir; bunun pratik uygulaması ise sihirdir. Matematiği de metafiziğin bir dalı olarak düşünen Bacon, matematiksel araştırmanın, doğa fenomenlerinin betimlenmesinde kullanılabileceğini ama felsefi açıklamada yetersiz kaldığını ifade eder. Örnek olarak astronomide, sadece matematik ile güvenilir takvimlerin oluşturulmasını sağlayan hipotezler yeterli değildir; aynı zamanda gözlemlenen şeylerin açıklanmaya gereksinimi vardır. Bacon için matematik gereklidir ama yeterli değildir; matematik fiziğin açıklamalarının hizmetkârı kalmalı, fiziğin önüne geçmemelidir.⁶⁵ *Novum Organum*’da Bacon, Neo-Platoncu okulun bu şekilde doğa felsefesini matematik aracılığıyla yozlaştırıp kirlettiğinden söz eder.⁶⁶

⁶⁰ Bacon, *Novum Organum*, 188.

⁶¹ Stephen Gaukroger, *Francis Bacon and Transformation of Early Modern Philosophy* (Cambridge: Cambridge University Press, 2004), 149.

⁶² Bacon, *Novum Organum*, 119.

⁶³ Bacon, *Novum Organum*, 212.

⁶⁴ Kusakawa, “Bacon’s Classification of Knowledge,” 56.

⁶⁵ Gower, *Scientific Method*, 43-44.

⁶⁶ Bacon, *Novum Organum*, 173.

Bacon doğa felsefesini bir piramide benzetir; en altta doğa araştırması (tarihsel birikimle birlikte), ortada fizik en tepede de metafizik vardır. Piramidin en tepesi, doğanın özet yasaları, Tanrı'nın kendisiyle evreni yarattığı bilginin olduğu kısımdır. Piramidin en altından en tepesine gidildikçe soyutluk derecesi artar; ama en yukarıdaki bilginin elde edilmesinin garantisi yoktur.⁶⁷

1.1.3. Doğruluğun Garantörü Olarak Fayda

On yedinci yüzyıla kadar, deneysel başarı için pratik beceri gerekliydi ve pek çok sanatçı ve zanaatçının doğa felsefesinin teorik sistemleriyle ilişkileri yoktu. Sonuçta teori ile gerçeklik arasında bir temassızlık olduğundan pratik beceriler dağınıktı ve sistematik değildi.⁶⁸ Bu nedenle Bacon, nedenlerin araştırılmasını sonuçların araştırılması ile ilişkilendirir ve pratik deneysel araştırmalara çok önemli bir yer vererek sanatçı ve zanaatçıların tezgâhlarını yeni bilimin laboratuvarları olarak görür.⁶⁹ Dolayısıyla form bilgisi hem doğru hem de faydalıdır. Bilimsel doğru yararlıdır ve bu yarar doğruluğuna dayanır.⁷⁰ *Cogitata et Visa* isimli makalesinde Bacon şöyle der:

Kulaklarını benim nadir ve şerefli pratik aktivite söylemlerime vermişlere bu ses çok hoş gelmiyor olabilir; çünkü onlar kendilerini bütünüyle teemmüle vermişlerdir. Bu kişiler kendi arzularının düşmanı olduklarını düşünmeliler. Doğada pratik sonuçlar sadece insan varlığını daha iyi hale getirmekle kalmaz, aynı zamanda doğruyu da garantiler. Dinde bir insan imanını eylemleriyle gösterir; bu, doğa felsefesi için de geçerlidir. Bilim ancak eylemlerle bilinebilir. Mantık ve hatta gözlemlerle değil yalnızca pratik sonuçlarla doğruyu kurabilir ve açığa çıkartabiliriz. Bir insanın düşüncesinin gelişmesi, onun eylemlerinin gelişmesi ile aynı şeydir.⁷¹

Bacon için doğal sonuçların yeniden üretilmesi, dış dünyadaki doğal süreçlere dair bilginin epistemolojik garantisidir.⁷² Baconcu bilimde doğruluk ontolojik değil

⁶⁷ Kusakawa, "Bacon's Classification of Knowledge," 58-59.

⁶⁸ Daha fazla bilgi için bkz: Ahmet S. Çalışkan, *Tekhné'nin Ontolojik Dönüşü: Modern Bilimde Pratiğin Paradigması ve Kurucu Etkisi* (yayınlanmamış doktora tezi, Marmara Üniversitesi, 2013).

⁶⁹ Gower, *Scientific Method*, 45-46.

⁷⁰ Rossi, "Bacon's Idea of Science," 36-37.

⁷¹ Aktaran Rossi, "Bacon's Idea of Science," 36-37.

⁷² Antonio Pérez-Ramos, *Francis Bacon's Idea of Science and the Maker's Knowledge Tradition* (Oxford: Clarendon Press, 1988), 59.

epistemolojik bir kategoridir ve sadece sağladığı fayda ile doğrulanır.⁷³ Fayda ile doğruyu özdeşleştiren Bacon, pratikten teoriye ve teorikten pratiğe dairesel bir yol takip eder. Bu süreçte bilginin doğruluğu onun faydalı oluşuyla garanti edilir.⁷⁴ Eğer teorik bilgi yoksa doğa kontrol altına alınamaz; pratik fayda sağlamıyorsa da o teorik bilginin doğruluğu garanti edilemez. Bu nedenle teemmüle (*contemplative*) dayalı felsefede ortaya konan neden ile uygulamalı bilimlerdeki neden aynıdır.⁷⁵ *Novum Organum* 'da bu görüşünü destekler mahiyette şu sözler sarf edilir:

İdoller keyfi soyutlamalardır; idealar (formlar) ise doğru ve zarif dokunuşlarla maddeye işlenmiş ve maddede belirlenmiş olarak yaratıcının yarattıkları üzerindeki gerçek işaretleridir. Bu nedenle doğru ve fayda tam olarak özdeştir ve sonuçlar, doğru yerine getirilmiş sözler olarak insanlara verdikleri faydadan daha fazla bir değere sahip değillerdir.⁷⁶

Bacon, bilginin doğruluğunun garantörlüğünü, o bilginin pratik faydası ile ilişkilendirmesi, teorik bilginin fenomenlerle denetlenmesini talep etmesi anlamına gelir.

1.1.4. Doğa Felsefesinin Hedefi Olarak Form-Yasa

Bacon form terimini, tikel şeylerdeki müşterek ve yalın doğayı kuran ve yöneten yasa anlamında kullanır; formun bilgisi tümel, sabit ve değişmezdir.⁷⁷ Bacon formların, Platoncu anlamda şeylere aşkın olarak mı yoksa Aristotelesçi anlamda şeylere içkin olarak mı bulunduklarıyla ilgilenmez;⁷⁸ bu nedenle de form ile özü, aksiyom ile tanımı eş anlamlı olarak kullanır.⁷⁹ Bacon'a göre Platon formları, araştırma nesneleri olarak belirlemekle doğru olanı yapmıştır ama ilk maddenin ilk form ile birleşmesini ve formun maddeden soyutlandığını göremediği için tümevarım mantığını anlamamıştır. Formlar gerçektir fakat varolan (mevcut) değildir (somut

⁷³ Christoph Meinel, "Early Seventeenth-Century Atomism: Theory, Epistemology and the Insufficiency of Experiment," *The Scientific Enterprise in Early Modern Europe: Reading from Isis*, ed. Peter Dear (Chicago: The University of Chicago Press, 1991), 210.

⁷⁴ Meinel, "Early Seventeenth-Century Atomism," 210.

⁷⁵ Bacon, *Novum Organum*, 120.

⁷⁶ Bacon, *Novum Organum*, 193.

⁷⁷ Bacon, *Novum Organum*, 205-208.

⁷⁸ Joseph Agassi, *The Very Idea of Modern Science: Francis Bacon and Robert Boyle* (Dordrecht: Springer, 2013), 23.

⁷⁹ Bacon, *Novum Organum*, 242-249 ve 256-259.

değil soyuttur). Bu nedenle analiz, tikel var olanlardan yalın doğalara doğru, maddeden formlara doğru, empirik kanıtlardan soyut bilgiye doğru olmalıdır.⁸⁰

Bacon form terimiyle, aslan, kartal, gül, altın gibi yalın doğaların birleşimi olan mürekkep formların anlaşılması gerektiğini ifade eder.⁸¹ Ona göre form ile anlaşılması gereken şey, ısı, ışık, ağırlık gibi maddenin her türünde olan, yalın doğaları düzenleyen ve oluşturan yalın hareketin kanunları ve düzenlemeleridir. Bacon şöyle der:

Biz formlar hakkında konuştuğumuz zaman, ısı, ışık, ağırlık gibi maddenin her türünde ve hassas konularda herhangi bir yalın *doğayı* düzenleyen ve oluşturan yalın hareketin kanunları ve düzenlemelerinden başka bir şeyi kastetmiyoruz. Bu nedenle ısı formu veya ışık formu, ısı kanunu veya ışık kanunundan başka bir şey demek değildir.⁸²

Metafizik, formların bilgisini, diğer bir deyişle yalın (birincil) doğaların (sıcaklık, soğukluk, yoğunluk, seyreklik...) teorik bilgisini araştırır.⁸³ Yalın doğa (somut doğa) sarılık, sıcaklık, soğukluk gibi gözlemlenebilir niteliklerdir; formlar (soyut doğa), yalın doğaları düzenleyen yasalardır.⁸⁴ Yalın doğa ile form arasındaki fark, görünüşle gerçek ya da insana referansla olan (göreceli) ve evrene referansla olan (mutlak) arasındaki fark gibidir.⁸⁵ Bacon için nesnel ısı ile duyulur ısı farklıdır; duyulur ısı göreceli bir fikirdir ve insanla ilişkilidir; ama ısının formu (ısı yalın doğasını düzenleyen yasa) evrenle ilişkilidir.⁸⁶ “Isı hareketi veya hareket ısıyı oluşturmaz; fakat ısının özü (formu) harekettir.”⁸⁷ Bütün tikel var olanlar doğa kitabındaki kelimelerdir ve bu kelimeler sınırlı sayıda harften (somut yalın doğa ve soyut form) meydana gelir. *Advancement of Learning*’te şöyle der:

Bir aslanın, bir çınar ağacının, suyun, havanın formlarını araştırmak anlamsızdır; ama doğal hareketin, renklerin, ağırlığın, yoğunluğun, seyrekliğin, sıcaklığın, soğukluğun ve

⁸⁰ Malherbe, “Bacon’s Method of Science”, 92.

⁸¹ Gaukroger, *Francis Bacon and Transformation of Early Modern Philosophy*, 140.

⁸² Bacon, *Novum Organum*, 238.

⁸³ Kusakawa, “Bacon’s Classification of Knowledge,” 57.

⁸⁴ Gaukroger, *Francis Bacon and Transformation of Early Modern Philosophy*, 146.

⁸⁵ Bacon, *New Atlantis and The Great Instauration*, 11-12.

⁸⁶ Zev Bechler, *Newton’s Physics and the Conceptual Structure of the Scientific Revolution* (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991), 96.

⁸⁷ Bacon, *Novum Organum*, 244.

tüm diğer doğa kitabının harfleri olan (yalın) doğaların ve niteliklerin formlarını (düzenleniş yasalarını) araştırmak doğru bir form araştırmasıdır.⁸⁸

Formlar mutlak aktüalitenin yasalarıdır; bu form-yasalar doğa felsefesinin birincil hedefidir. “Düşünce için bireylerden öte bir şey var değildir ve bu bireyler (tikeller) sabit yasaya göre eyler; felsefe bunun araştırılması, keşfi ve açıklamasıdır.”⁸⁹ Sonuçta metafizik yasaları keşfetme bilimi olarak tanımlanır. Bu yasalar, ısıya dönüşen parçacıkların belirli hareketleri gibi gözlemlenebilir değildir ama sürecin gizli yapısıdır.⁹⁰

Bacon kendi yönteminin amacını formların-yasaların bilgisine ulaşma olarak ortaya koyar. Bu doğayı yorumlama işlemi iki ayaklıdır: Deneyden aksiyomlar (tanımlar) oluşturmak ve aksiyomlardan yeni deneyler türetmek.⁹¹ İlk işlemde duyular, hafıza ve akıl birlikte kullanılarak tablolar oluşturulur; daha sonra tablo sonuçlarıyla çelişen istisnalar belirlenir ve kıyas yapılır. Bacon ısıнын doğasını araştırmak için tek tek nesneleri sıralar; daha sonra da istisnaları eleyerek ısıнын bir hareket olduğuna dair sonuca ulaşır.⁹²

Bacon’ın Aristotelesçi “gözlemsel tümevarım” a yönelttiği eleştiriler ve yapmış olduğu alternatif “deneysel tümevarım” teklifi, özellikle Newton’un deneysel yönteminin inşasında önemli bir fonksiyon icra edecektir. Duyuların, doğanın gerçekliğini resmetmedeki acziyeti, hayal yetisinin kontrol edilmemesi sonucu ortaya çıkan metafizik spekülasyonlar gibi çağının çok önemli problemlerine değinen Bacon, eksikliklerine rağmen *Royal Society* üyeleri üzerinde, özellikle Boyle, Hook ve Newton üzerinde büyük bir etki yapacaktır.

1.2. Descartes

Rasyonalizm, bilginin öncelikli ve tek kaynağını duyuların aksine akılda gören felsefi akımdır. Akıl, din söz konusu olduğunda vahyin karşısına, ahlak söz konusu olduğunda duyguların karşısına, felsefe söz konusu olduğunda ise duyuların karşısına

⁸⁸ Aktaran Gower, *Scientific Method*, 50-51.

⁸⁹ Bacon, *Novum Organum*, 204.

⁹⁰ Bacon, *Novum Organum*, 211.

⁹¹ Bacon, *Novum Organum*, 212.

⁹² Bacon, *Novum Organum*, 34-35.

yerleştirilir.⁹³ Rasyonalizm için insanın bir yetisi olarak akıl, diğer yetiler olan hafıza, hayal ve duylardan ayrılarak *a priori* bilginin temeli olarak kabul edilir. Parmenides ve Platon ile başlayan bu gelenek, sezgisel yolla şeylerin formlarına ve genel ilkelere ulaşma ve buradan tümdengelimli yöntem ile sonuçlar çıkarma esasına dayanır; on yedinci yüzyıldaki en önemli temsilcisi Descartes'tır.⁹⁴

Rasyonalizmin ortak özellikleri doğuştancılık (zihnin doğuştan belirli temel kavramlar veya bazı temel doğrulukların bilgisi ile donanmış olduğu inancı), *a prioricilik* (duylardan bağımsız olarak bilgiye ulaşma olanağı olduğuna inanmak) ve zorunlulukçuluktur (gerçeklik hakkındaki doğrulukların zorunlu olduğuna inanmak).⁹⁵ Rasyonalist çizginin doğuştancılığı, *a prioriciliği* ve zorunlulukçuluğu, matematiksel önermelerin tümel ve zorunlu doğasından kaynaklanır. Problem, tanımlardan ve aksiyomlardan tümdengelimli olarak türetilen tümel ve zorunlu önermelerde değil, tanım ve aksiyomlarda ortaya çıkmaktadır. Aksiyomlar dizgenin başlangıç önermeleridir; sonsuzca geriye gidilme mümkün olmadığı için aksiyomlar kendinden sonraki bütün sistemi ispat etmesine rağmen kendileri ispatsız (*self-evident*) olan önermelerdir. Şu halde matematiksel önermeler mutlak değil hipotetik olarak doğrudur.⁹⁶ Diğer bir deyişle matematiksel önermelerin doğruluğu aksiyomların doğruluğuna bağlıdır.⁹⁷ Öklid'in geometrik yöntemini (tümdengelim) doğaya uygulayarak doğa hakkında tümel ve zorunlu bilgiyi elde edebileceğini düşünen Descartes, kendilerinden hareketle doğa hakkındaki önermeleri ispatlayacağı aksiyomların tümelliğini ve zorunluluğunu ortaya koymaya çalışmıştır.

1.2.1. Doğa Bilgisi ve Matematik

Descartes, tarihi bilgi birikimine göz attığıldığında, her bir konu üzerinde mutabakata varılmamış pek çok tartışma olduğunu, bu tarz mutabakat probleminin yaşanmadığı tek bilimin ise matematik (aritmetik ve geometri) olduğunu söyler.⁹⁸

⁹³ Alan Lacey, *A Dictionary of Philosophy* (London: Routledge, 1996), 286.

⁹⁴ Robert Audi, *The Cambridge Dictionary of Philosophy* (Cambridge: Cambridge University Press, 1999), 771.

⁹⁵ John Cottingham, *Akılçılık*, çev. Bülent Gözkan (İstanbul: Doruk Yayıncılık, 2003), 31-32.

⁹⁶ Bu nedenle inançlar iradidir.

⁹⁷ Cottingham, *Akılçılık*, 18.

⁹⁸ René Descartes, "Akıl Yönetimi İçin Kurallar", *Söylem, Kurallar, Meditasyonlar*, çev. Aziz Yardımlı (İstanbul: İdea, 1996), 65-66.

Aristoteles'e göre fiziksel araştırma için gerekli olan ilkelerle, matematiksel araştırma için gerekli olan ilkeler, farklı konuları ele alan bilimlerin olmalarından dolayı aynı değildir. Bu iki bilim karıştırılmamalıdır; fiziksel ve matematiksel ilkeler özel olarak farklı nesnelerle ve konularla uğraşmaktadır.⁹⁹ Aristoteles'e göre fiziksel araştırma ya da gösterim matematik ile yapılamaz; çünkü cismin davranışının niçin o şekilde gerçekleştiğini açıklayan "öz" ya da "doğa" niteliksel ve bu nedenle niceliksel kavramlarla tasvir edilemez.¹⁰⁰

Principia'nın ikinci kitabında Descartes, Aristotelesçi ayrımı reddederek, fizikte, matematikte kabul edilen ilkelerden başka ilkeler kabul etmeyeceğini şu şekilde açıklar:

Zira şunu içtenlikle belirteyim ki, cisimli şeylerin her biçiminde bölünebilen, şekil alabilen ve hareket edebilen maddeden başka bir madde tanımıyorum; bu maddenin ancak bölümlerini, şekillerini ve hareketlerini ele alıyorum ve nihayet buna ilişkin, bir geometri kanıtının yerini tutabilecek ölçüde apaçık olmayacak hiçbir şeyi kabul etmek istemiyorum. Bu biçimde gelecek konularda görüleceği gibi tüm doğa olayları açıklanabileceği için, fizikte burada açıklanandan başka ilkeler alınması gerekmediğini ya da başkalarını istemek zorunda olmadığımı düşünüyorum.¹⁰¹

Descartes'a göre şeylere dair doğru bilgi ancak tümdengelimli yöntem ile elde edilebilir. Bunun için Descartes, nesnelerin, aritmetik ve geometrinin ispatlarına eş bir kesinlik (*certainty*) kazandırmayacak yönleriyle zaman kayedilmemesi gerektiğini ifade eder.¹⁰² Yalnızca düzen ve ölçü (*ordo vel mensura*) açısından ele alındığında, ele alınan nesnenin bir önemi yoktur. Nicelik açısından o nesneye yaklaşmak, o nesneyi ele alma yöntemini de zorunlu olarak matematiksel kılacaktır.¹⁰³

Descartes, doğanın duyulara konu olan niteliksel yönünün sistematik bir biçimde niceliksel olana indirgemek, diğer bir deyişle, doğanın matematiksel bir resmini çizmek istediğini ifade eder. Benzer şekilde okült veya sempatik-antipatik güçler

⁹⁹ *Metabasis* yasaklaması olarak bilinen bu Aristotelesçi doktrin, üçüncü bölümde daha ayrıntılı bir biçimde tartışılacaktır.

¹⁰⁰ Gaukroger, *Descartes' System of Natural Philosophy*, 52-53.

¹⁰¹ René Descartes, *Felsefenin İlkeleri*, çev. Mesut Akın (İstanbul: Say, 2007), 148.

¹⁰² Descartes, "Aklın Yönetimi İçin Kurallar," 66-67.

¹⁰³ Descartes, "Aklın Yönetimi İçin Kurallar," 74.

doğa araştırmasının dışına çıkarılmalı ve doğaya bütünüyle mekanik bir şekilde yaklaşılmalıdır.¹⁰⁴

1.2.2. Özlerin Açık ve Seçik Bilgisi

Descartes için, Bacon'ın aksine, felsefenin kendinden hareket edeceği ideler (özlerin bilgisi) tümevarım ile değil ancak sezgi ile elde edilebilir. Açık ve seçik bir biçimde keşfedilen özler maddenin uzamsallığı (*res extansa*), ruhun düşünmesi (*res cogitans*) ve ikisi arasındaki ilişkinin doğruluğu için Tanrı'nın garantörlüğüdür.¹⁰⁵ Şu halde ilk ilkeler sezgi ile elde edilirken, teoriler tümdengelim ile oluşturulurlar. Descartes açık ve seçik olarak elde edilen ilk ilkelerden ya da yalın doğılardan tümdengelimle yapılan çıkarımla doğaya dair bütün doğru bilginin elde edilebileceğini iddia eder. Burada çıkarımların deney ile doğrulanması bir formalite olarak zikredilir; çünkü çıkarımın deneyle çelişmesi durumunda gözden geçirilmesi gereken çıkarım değil kusurlu deneydir.¹⁰⁶ Ama sezginin işlevi sadece ilk ilkelerle sınırlı değildir; sezgi, teori oluşturma sürecinde, doğanın ışığı ile kavradığı ideler boyunca sıçrayarak pek çok ide arasında zorunlu (*necessary*) ilişkiyi görerek onları birleştiren ve çokluğu birliğe getiren önermeyi keşfeder (*hads*).¹⁰⁷ Descartes şöyle der,

İlk ilkelerden doğrudan çıkarsanan önermelerin hiç kuşkusuz bakış açımıza göre bir zaman sezgi yoluyla, bir başka zaman tümdengelim yoluyla bilindiği söylenebilir; ama ilk ilkelerin kendileri yalnızca sezgi yoluyla verilirken, buna karşı uzak sonuçlar ancak tümdengelim yoluyla bilinebilirler.¹⁰⁸

Descartes sezgiyi duyuşal ve akli olarak ikiye ayırır. Bilimlerde yanlışın kaynağı duyuşal sezgidir. Buna karşın kesin bilginin kaynağı olan açık ve seçik ideler bir biçimde akli sezgi (*intuitum mentis*) ile elde edilir; daha sonra tümdengelim yoluyla da bilgi üretilir.¹⁰⁹ Descartes'ın burada, Bacon'ın *idol* üreten yetisi olan hayal yetisini duyuşal sezgi olarak kavramsallaştırdığı görülür. Descartes *Regulae ad Directionem Ingenii* isimli eserinde şöyle der:

¹⁰⁴ Cottingham, *Akılçılık*, 52.

¹⁰⁵ Bechler, *Newton's Physics and the Conceptual Structure of the Scientific Revolution*, 184.

¹⁰⁶ Mary B. Hesse, *Forces and Fields: The Concept of Action at a Distance in the History of Physics*, (London; New York: T. Nelson, 1961), 109.

¹⁰⁷ Bechler, *Newton's Physics*, 177.

¹⁰⁸ Descartes, "Aklin Yönetimi İçin Kurallar," 69.

¹⁰⁹ Descartes, "Aklin Yönetimi İçin Kurallar," 71.

Sezgi ile duyuların yalpalayan inançlarını değil, hayal yetisinin saçma sapan bileşimlerinden doğan aldatıcı yargıyı da değil, ama saf ve dikkatli bir aklın öyle bir kavramını anlıyorum ki, anladığımız şey üzerine geriye hiçbir kuşkunun kalmayacağı denli kolay ve seçik olarak belirlenmiştir; sezgi, saf ve dikkatli bir aklın kuşku duyulmaz kavramıdır ki yalnızca aklın ışığından doğar ve tüm dengelimin kendisinden daha kesindir, çünkü daha yalındır.¹¹⁰

Descartes, açık ve seçik (*clarity and distinctness*) bilgiyi, örtük-karanlık ve karmaşık (*obscurity and confusion*) bilgi ile karşıtlık içinde kavramsallaştırır. Diğer bir deyişle açık ve seçik olan bilgi, örtük ve karmaşık olmayan bilgidir.¹¹¹ Açıklık, algılanan idenin bir niteliği olarak kavranan şeyin varlığına bağlıyken, seçiklik onun diğer her bir nesneden ayrı olarak kavranabilmesine bağlıdır. Yanlış bir fikir açık olarak kavranabilir ama seçik olarak kavranamaz. Bir fikir seçik olmadığında, onun içeriğinde bazı hatalar vardır anlamına gelir. Açıklık ve seçiklik doğruluğun kriterleridir ki bir ide doğru biçimde, ancak onun içeriği daha önceden biliniyorsa kavranabilir.¹¹² Seçiklik, kavramanın bir özelliği değildir; doğru idenin *a priori* bilgisi insanda verildir. Descartes için algılamak (*perception*) aklın zaten bildiği yalın doğruların farkına varması demektir; çünkü ideler düşüncededir.¹¹³ Güneş ışığının herşeyi görünür kılması ve duysal algıya açması gibi, doğanın ışığı da (akli sezgi) *a priori* bilgiyi aklın algısına açar.¹¹⁴ Descartes için “düşünürüm” veya “iki ile üçün toplamı beştir” gibi önermeler açık ve seçik önermelerdir ve hiçbir şüphe içermezler. Ama örneğin “ayağımda bir ağrı var” önermesi açıktır ama seçik değildir; çünkü ağrının bedende mi yoksa zihinde mi olduğu ayrıştılmaz.¹¹⁵ *Principia*’da Descartes açık bilgi ile “dikkatli bir zihne görünen bilgi”yi, seçik bilgi ile de “kesin ve başka bilgilerden ayrı olan bilgi”yi kastettiğini söyler ve ekler, “bilgi seçik olmadan açık

¹¹⁰ Descartes, “Aklın Yönetimi İçin Kurallar,” 68.

¹¹¹ Kurt Smith, *The Descartes Dictionary* (London: Bloomsbury Publication, 2015), 57.

¹¹² Bechler, *Newton’s Physics*, 181.

¹¹³ René Descartes, “Yöntem Üzerine Söylem,” *Söylem, Kurallar, Meditasyonlar*, çev. Aziz Yardımlı (İstanbul: İdea, 1996), 65-66, ayrıca bkz: René Descartes, *Metafizik Düşünceler*, çev. M. Karasan (Ankara: MEB yayınlar, 1967), 183.

¹¹⁴ Cottingham, *Akılçılık*, 49-50.

¹¹⁵ John Cottingham, *A Descartes Dictionary* (Cambridge: Blackwell Publishers, 1993), 33-34.

olabilir ama açık olmadan seçik olamaz.”¹¹⁶ Açık ve seçik ideler ancak akıl ile kavranır; duyuşal niteliklerin ortaya çıkardığı ideler ise bulanıktır.¹¹⁷

Descartes tümdengelim ile aksiyomlardan (tümel önermeler) zorunlu (*necesity*) yargılar çıkarsamayı kastededer; o halde açık ve seçik idelerden ve ideleri ilişkilendiren tümel önermelerden tümdengelim ile çıkarsanan önermeler de zorunlu olarak doğrudur.¹¹⁸ İdeler insan tarafından oluşturulmaz ve doğuştan gelir ama akıldan bağımsız değildir.¹¹⁹ Bechler’e göre Descartes temsil eden (ide) ile temsil edilen (öz) arasında ayrım yapar; ide, akli bir suret olması nedeniyle değişir ve bu nedenle öz ile özdeş olamaz. Öz, ideden ayrı bir varlıktır; çünkü hareket, geometrik figürler, madde, Tanrı gibi özler akılda değildir; bu nedenle Descartes onların özlerinin akılda olduğunu iddia etmiş olamaz. Özler akıldan bağımsız varlıklardır ve değişmezler; öte yandan ideler akıldan bağımsız var olamazlar ve özlerin temsilleridirler.¹²⁰ İdelerin içeriklerinin doğru biçimde dolması ve özü birebir temsil edebilmesinin yolu da akli sezgidir; bu şekilde Descartes kesin bilgiyi (nesnel bilgiyi) temin etme yolunun açıldığını düşünür.

Descartes, deneyim temelli doğa soruşturmasını eleştirir ve deneyicileri hazine avcılarına benzetir; çünkü zaman zaman elde ettikleri başarılar tümüyle şans eseridir. Bu tarz düzensiz incelemeler ve bununla beraber bulanık meditasyonlar¹²¹ doğal ışığı karıştırıp akli güçlerimizi köreltir.¹²² Peki, deneyim bilimsel araştırmanın dışında mı tutulmalıdır? Descartes *Regulae*’de kendi yöntemini şu şekilde özetler:

Aklın, hayalin, duyunun ve hafızanın tüm yardımını kullanmalıyız. Çünkü böylelikle ki, ilkin yalın önermelerin seçik bir sezgisini elde edebilir, sonra bilinmeyeni onun bulunmasını sağlayacak olan bilinenle karşılaştırabilir, son olarak birbirleri ile insan çabasının hiçbir parçası atlanmadan (*hafıza*) karşılaştırılması (*kıyas-akıl*) gerekenleri bulabiliriz.¹²³

¹¹⁶ Descartes, *Felsefenin İlkeleri*, 78.

¹¹⁷ René Descartes, “İlk Felsefe Üzerine Meditasyonlar”, *Söylem, Kurallar, Meditasyonlar*, çev. A. Yardımlı (İstanbul: İdea, 1996), 189, ayrıca bkz: Gaukroger, *Descartes’ System of Natural Philosophy*, 80.

¹¹⁸ Descartes, “Akıl Yönetimi İçin Kurallar,” 69.

¹¹⁹ Descartes, *Metafizik Düşünceler*, 188-190.

¹²⁰ Bechler, *Newton’s Physics and the Conceptual Structure of the Scientific Revolution*, 181.

¹²¹ Duyusal sezgi ile değil akli sezgi ile yapılan.

¹²² Descartes, “Akıl Yönetimi İçin Kurallar,” 70.

¹²³ Descartes, “Akıl Yönetimi İçin Kurallar,” 94.

Descartes’a göre dış duyular, tıpkı bir mührün balmumunda belli bir iz bırakmasında olduğu gibi edilgendirler. Cisim, dış duyuları hareket ettirir ve sertlik, pürüzlük, sıcaklık, soğukluk, renk, ses, tat gibi nitelikler algılanır. Daha sonra bu nitelikler hiss-i müşterek (*sensus communis*) denilen beden parçasında birleştirilir. Üçüncü aşamada hiss-i müşterekin oluşturduğu duysal form hayal yetisine darp edilir ve bu iz hafıza denilen yerde korunmaya alınır. Ruh, bu formları hayal yetisinden veya eş zamanlı olarak sağ duyudan alabildiği gibi hafızadan da alabilir. Ruh bu süreçte bazen etkin (irade) bazen edilgendir (anlama yetisi); kendini yalnızca hayal yetisine yöneltiyorsa buna “hatırlama” denir; eğer yeni izlenimler üretmek için hayal yetisine dönüyorsa “tasarlıyor” denir; eğer tek başına hareket ediyorsa o zaman “aklediyor” denir.¹²⁴

Eğer ruh gayr-ı cismî sorunları ele alıyorsa, diğer yetilerin bir yardımı olmaz; tersine bu yetiler onu engeller. Bu durumda duyular yasaklanmalı, hayal gücü olanaklı olduğu ölçüde sınırlandırılmalıdır. Eğer akıl, cismî bir sorunla uğraşıyorsa, o zaman hayal gücü o şeyin olanaklı olduğu ölçüde seçik bir idesini oluşturmali, bunu uygun olarak yapabilmek için de bu idenin temsil edeceği şeyin kendisi dış duyulara sunulmalıdır.¹²⁵ O halde Descartes, özlerin ve genel ilkelerinin sadece akılla elde edilebileceğini; fakat tikel mekanizmalara dair bir açıklama geliştirmek için duysal algının zorunlu olduğunu kabul eder.

Descartes bu teorisini, kendi nesne alanını tasnif etmek için gerçekliğe uygular. Buna göre aklın cisimsel bir imgenin yardımı olmaksızın sezgi yoluyla bildiği şeylere saf mâkul denir. Descartes için bir şeyin nitelikleri bir şeydir, o şeyin kendisi ya da özü başka şeydir. Bir şeyin özünü, açık ve seçik bilgisini kavramak demek, o şeyin arazlarından soyutlama yapmak demek değildir.¹²⁶ Descartes, sadece cisimlerden oluştuğunu bildiği şeylere (uzam) “saf maddi”, hiçbir ayırım olmaksızın kimi zaman cisimlere kimi zamansa tinsel şeylere yüklenebilenlere de “ortak” (varoluş, birim, süre gibi) ismini verir. Descartes’a göre yalın şeyler arasındaki birleşme ya zorunludur ya da mümkün; iki kavram seçik olarak birbirinden ayrı olarak tasarlanamıyorsa bu birleşme zorunludur; form ile uzam veya hareket ile zaman

¹²⁴ Descartes, “Aklın Yönetimi İçin Kurallar,” 95-97.

¹²⁵ Descartes, “Aklın Yönetimi İçin Kurallar,” 97.

¹²⁶ Bechler, *Newton’s Physics and the Conceptual Structure of the Scientific Revolution*, 187.

böyledir; çünkü uzamı olmayan form, süresi olmayan hareket tasavvur edilemez. Bedenin canlı olması veya insanın giyinik olması gibi ayrılabilir bir ilişki ile tasavvur edilen şeyler mümkündür.¹²⁷

Bir üçgenin ne olduğu bilindiğinde, bu bilgi açının, çizginin, üç sayısının, formun ve uzamın bilgisini de kapsar ve üçgenin doğası bu doğaların bir birleşimi olduğundan, bu şeyler üçgenden daha iyi bilinir. Tikel ve mümkün bir şeyden, tümel ve zorunlu herhangi bir şey çıkarılamaz; ama form ve uzamın zorunlu olarak birleşmiş olduğu sezgi ile kavrandıktan sonra, buradan uzamsız formun var olamayacağı zorunlu sonucu elde edilebilir. Bu nedenle gerçekliğin kesin bilgisine akli sezgi ve zorunlu tündengelim yollarından başka hiçbir yolla ulaşılamaz.¹²⁸

Descartes ontolojisi, şeyin özü ile arazları arasında bir ayırım yaparak, bunları kavramak için iki fakülte talep eder; öz için düşünce, nitelik için duyular. Burada öz, saf akli kavrayış ile kavranır, duyular veya hayal ile değil. İlk olarak tecrit (*subtraction*) ile balmumu olmayan nedir belirlenir. Bu belirlemeden sonra geriye kalan şey uzamlı, esnek ve değişkendir. Fakat bu ifade bir potansiyeli imler; sonsuz olasılıklı yayılımlar, formlar ve nitelikler hayal yetisini aciz bırakır. Sonsuz sayıda değişim hayal edilemez. Aktüel sonsuzluk ancak akıl ile kavranabilir. Duyumsama ya da hayal etme değil ancak saf akli teemmül (*contemplation*) özü yakalayabilir. Descartes “bir balmumu parçasının doğasını bile hayalimle değil saf akli kavrayışım ile biliyorum”¹²⁹ der. Balmumunun doğası ya da özü, sonsuz niteliklerin potansiyelidir; bu nedenle yalnızca akıl ile kavranabilir; çünkü potansiyel olan gayr-ı maddi varlıktır. Hayal yalnızca tecrit kısmında rol oynar; çünkü balmumunun özü kavranırken aslında sahip olunan bir şey fark edilir. Duyular ya da hayal gücü özleri yaratamaz; onlar potansiyel olarak akıldadır. Duyular ve hayal gücü sadece, akılda potansiyel olan balmumu özünün aktüel hale getirilmesi için gerekli hareketi sağlar.¹³⁰

¹²⁷ Descartes, “Akıl Yönetimi İçin Kurallar,” 99-100.

¹²⁸ Descartes, “Akıl Yönetimi İçin Kurallar,” 100-103.

¹²⁹ Descartes, *Metafizik Düşünceler*, 142-143.

¹³⁰ Bechler, *Newton’s Physics*, 188.

1.2.3. Hipotetik Tümdengelim Yönteminin Descartesçı Kökleri

Discourse'da Descartes, kendi yöntemini dört adımlı bir süreç olarak tasarlar. İlk adım, doğru olduğu açıkça bilinmeyen hiçbir şeyin doğru kabul edilmemesi anlamına gelen “kuşkudur.” Bu şekilde Descartes, Bacon’ın *idoller* dediği önyargı, gelenek, otorite kaynaklı hatalara düşmekten kaçınmayı hedefler. İkinci adım, olabilecek en yalın olana ulaşmak için çözümlemeler yapmak ve karmaşık bilgileri, onları oluşturan en yalın idelere kadar ayırmaktır (analiz). Üçüncüsü, olabilecek en yalın nesnelerle-idelerle başlayarak derece derece en bileşik olan nesneye-bilgiye ulaşmak ve bu zincirde hesabı verilmeyen hiçbir halka bırakmamak anlamına gelen tümdengelim yöntemidir. Dördüncü adımda, elde edilen sonuçların gözden geçirilmesi ve denetlenmesi vardır. Descartes bu yöntemi geometricilerin en güç ispatlara ulaşmak için yararlandıkları ve kesin bilginin yegane yöntemi olarak zikreder.¹³¹

Descartes bütün doğa felsefesini veya bilimsel bilgiyi duyulardan bağımsız olarak saf akıldan elde ettiğini iddia etmez. Fiziğin genel ilkeleri ile tikel mekanizmalar arasında ayırım yapan Descartes, maddi tözün uzam olması gibi genel ilkeleri akıldaki “doğruluğun kesin tohumlarından” türetirken,¹³² mıknatıs gibi tikel olguların özelliklerini gözleme dayanarak belirler. Ona göre görünmez mekanizmaları açıklamak için pek çok hipotez ortaya atılabilir; bu nedenle doğa felsefecisi bu hipotezleri, hipotezlerin sonuçları ile test etmelidir.¹³³ Bununla birlikte ölçüme dayalı problemler yalnızca duyularla çözümlenebilir.¹³⁴

Skolastik Aristotelesçiliğe göre matematiksel ve metafiziksel nesneler dâhil bütün zihinsel içerik, hayal fakültesinde bulunan duyusal suretlerden yapılan zihinsel soyutlama süreciyle oluşur. Aristotelesçi şemada akıl, matematiksel nesneler veya doğal şeylerin özlerini yakalamada önemli bir rol onar. Buna karşın Descartes,

¹³¹ René Descartes, “Yöntem Üzerine Söylem”, *Söylem, Kurallar, Meditasyonlar*, çev. Aziz Yardımlı (İstanbul: İdea, 1996), 23-24.

¹³² René Descartes, “Principles of Philosophy”, *The Philosophical Writings of Descartes Volume 1*, ed. J. Cottingham, R. Stoothoff, D. Murdoch (Cambridge: Cambridge University Press, 1996), 224 ve 288

¹³³ Descartes, “Principles of Philosophy,” 267.

¹³⁴ Gary Hatfield, “René Descartes”, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2015 Edition), ed. E. N. Zalta, erişim 20.05.2015, <http://plato.stanford.edu/archives/fall2015/entries/descartes/>, ayrıca bkz: James T. Cushing, *Fizikte Felsefi Kavramlar 1*, çev. Ö. Sarıoğlu (İstanbul: Sabancı Üniversitesi Yayınları, 2010), 14

matematiksel ve metafiziksel doğruların akıl tarafından, duyulardan ve hayal fakültesinden bütünüyle bağımsız olarak yakalandığını düşünür. Fakat Descartes'ın zihinsel kapasite şemasında doğa bilgisi tek başına akıldan doğmaz; akıl bazı içerikleri doğru olarak sunabilir ama tek başına bu içeriği doğrulayamaz veya yanlışlayamaz. Bu fonksiyon, *Res Cogitans*'ın aktif parçası olan irade tarafından gerçekleştirilir. Bir yargının akıl tarafından sunulan içeriği, irade onu onaylayana kadar doğru veya yanlış değildir.¹³⁵ Matematik ve metafiziğin tersine doğa bilgisinin hipotetik olması anlamına gelen bu belirlemeyi Descartes *Principia*'da şöyle açıklar:

Duyularla algılanamayan şeyler düşünüldüğünde, gerçek doğaları farklı olsa bile onların olası doğasını açıklamak yeterlidir ve Aristoteles'in bütün yapmaya çalıştığı şey de budur. Fakat bu yöntem, şeylerin doğasını anlamamızı sağlasa da, gerçekte şeylerin doğasının bu şekilde olduğunu garantileyemez. Bir zanaatkâr, zamanı aynı anda gösteren ve aynı görünüşe sahip iki saati yapabilir; ama bu iki saatin içyapısı, makaraların ve vidaların boyutları pek çok farklı şekillerde yapılabilir. Bunu itiraf etmek beni mutlu ediyor; çünkü fenomenlerin doğasına doğru biçimde tekabül eden şeyler yazarak yeterince başarılı olduğumu düşünüyorum. Bu, gerçekten de günlük yaşama uygulama için yeterli olacaktır; çünkü tıp ve mekanik ve bütün diğer sanatlar fiziğin yardımıyla bütünüyle gelişebilirler. Aristoteles de *Meteorologica*'nın birinci kitabının yedinci bölümünün başında, duyularımıza kendini açmayan şeylerle uğraşırken, yeterli nedenler ve ispatlar ortaya koyduğunu hesaplayarak, şeyleri basit biçimde bu nedenlere göre açıklamıştır.¹³⁶

Descartes şeylerin doğasına dair bilginizin, şeylerin gerçek doğası ile bire bir uyuşmayacağını, şu halde doğa bilgisinin hipotetik olduğunu söyler. Bir sonraki ilkede (205. İlke) Descartes doğaya dair yapmış olduğu açıklamaların pratik olarak kesin olduğunu iddia ederek şöyle der:

Fakat yine de benim açıklamalarım pratik (*moral*) olarak kesin gözükmektedir. Bazı şeylerin pratik olarak kesin olduğunu söylememek ikiyüzlülük olurdu; düşünceler, Tanrı'nın mutlak kudreti ile karşılaştırıldığında kesin olmasa da, günlük yaşama uygulanabilirliği anlamında, yani pratik olarak kesindirler.¹³⁷

Descartes, tıpkı Bacon gibi, doğa bilgisinin garantörlüğünü fayda olarak belirlemiş görünmektedir. Descartes kendi mekaniği için ulaşmış olduğu ilkelerin çok genel

¹³⁵ Hatfield, "René Descartes".

¹³⁶ Descartes, "Principles of Philosophy," 289.

¹³⁷ Descartes, "Principles of Philosophy," 289-290.

ilkeler olduğunu ve pek çok farklı olası nedensel açıklamaya imkân sağladığını ifade eder. Bu olasılıklar arasından doğru nedeni bulmak için ise yapılabilecek tek şey, doğru kabul edilen “neden”den yapılan çıkarımların deneyle kontrol edilmesi ile “neden”i test etmektir.¹³⁸ *Moral* kesinlik, pratik fayda sağlayan bilgi anlamında kullanılmaktadır. Fakat bir sonraki ilkede Descartes, kendi açıklamalarının pratik fayda sağlamaktan daha öte olduğunu iddia ederek şöyle der:

Aslında benim açıklamalarım ahlaki kesinlikten fazlasına sahiptir. Dahası, bazı konular, doğadaki şeylerle ilişkisi bağlamında, ahlaki kesinliğin ötesinde mutlak kesin olarak görülebilir. Mutlak kesinlik, bir şeyin bizim belirlediğimiz şeyden başka türlü olamayacağına inandığımız yerde ortaya çıkar. Kesinlik metafizik temele dayanır, örneğin Tanrı’nın üstün olarak iyi olması ve bizi asla aldatmaması ve sonuçta bize verdiği doğruyu yanlıştan ayırma yetisi ile bizi yanlışla gitmekten alıkoyması gibi. Matematiksel ispatlar da mutlak kesindirler.¹³⁹

Akıldan çıkarılan bütün içerikler saf değildir, Descartes’ın şemasında *Res Cogitans*’ın iki gücü vardır: anlama yetisi ve irade.¹⁴⁰ İrade, herhangi bir zihinsel sürecin yardımı olmaksızın çalışır; fakat anlama yetisi, duyuşsal algı, hayal ve hafızanın yardımıyla çalışır. İkinci akletme biçimi daha az açık ve seçiktir; bu nedenle yanlış olma ihtimali her zaman söz konusudur. Sonuç olarak Descartes’a göre metafiziksel ilk ilkeler iradeyle bilinebilir ve mutlak olarak kesindir. Duyularla bilinen pratik bilgi faydası nispetinde kıymetlidir ve kesin değildir. Doğa felsefesinin nesneleri saf akıl ve duyuşsal gözlemle bilinir; saf akıl cisimlerin ne tür niteliklere sahip olduğunu söyler ve duyular bu cisimlerin tikel özelliklerini ortaya koyar. Bilginin kesinliğini ortadan kaldıran duyuşsal içeriktir.¹⁴¹

Descartes için bilim, ilk olarak akli sezgi ile doğa yasalarının matematiksel olarak betimlenebilmesine temel teşkil edecek *a priori* ilkeler kümesini keşfetmek, ikinci olarak bu ilkelerden yapılan tümdengelimli çıkarım ile tikel olgu ve olayları açıklamaktır.¹⁴² Ne var ki Descartes doğanın matematiksel olarak bir betimlemesini

¹³⁸ Ernan McMullin, “Hypothesis”, *Encyclopedia of the Scientific Revolutions: From Copernicus to Newton*, ed. W. Applebaum (London; New York: Garland Publishing, 2000), 496-498.

¹³⁹ Descartes, “Principles of Philosophy,” 290.

¹⁴⁰ Descartes, “Principles of Philosophy,” 204.

¹⁴¹ Hatfield, “René Descartes”, ayrıca bkz: Larry Laudan, *Science and Hypothesis* (Dordrecht: Springer, 1981), 30-32.

¹⁴² Cottingham, *Akılçılık*, 57-58.

ortaya koymayı başaramamıştır; fakat duysal niteliklerin matematiksel niceliklere indirgenerek doğanın matematiksel bir resmini çizmeye yönelik talebi, modern bilimin ortaya çıkışının en önemli unsuru olarak kalmıştır.¹⁴³

1.3. Galileo

Galileo, Descartes ve Bacon gibi bir yöntem kitabı yazmamıştır; onun kullandığı yöntemler, kitaplarından hareketle deşifre edilebilir. Farklı kitaplarında farklı yöntemler kullanan Galileo, 1580’de yazmaya başladığı ama vefatından sonra 1687’de yayınlanan ilk eseri *De Motu*’da kendi yöntemini şöyle açıklar: “Kanıt gerektiren hiçbir şey doğru olarak varsayılmamalı ve söylenen her şey, daha önce söylenmiş olana dayanmalıdır.”¹⁴⁴ Aristoteles’e yönelttiği eleştiri de bu minvalde Aristoteles’in varsayımlarına yöneliktir: “Aristoteles’in aksiyomları sadece duyulara kapalı değil aynı zamanda hiçbir zaman kanıtlanamazdır.”¹⁴⁵ Aynı eserde Galileo, Aristoteles’e yönelttiği eleştirinin kendi sonuçları için de geçerli olması durumunda, bunun o sonuçların yanlışlığından değil, bir takım arazi etkilerden kaynaklandığını ifade eder.¹⁴⁶ Galileo bu durumu *Discorsi*’de şöyle açıklar:

Soyut olarak ispatlanan sonuçlar somut şeylere uygulandığında farklı ve dolayısıyla aldatıcı olacaktır. Bu nedenle ne doğal yatay hareket düzgün doğrusal harekete, ne doğal ivmeli hareket ivme oranına, ne de doğal serbest atışın izlediği yol parbole tam olarak benzemez.¹⁴⁷

Bu arazi etkiler, aşağıda görüleceği üzere, fiziksel ilişkilerin idealize edilmesinden kaynaklanır. En temelde astronomi ve mekanik olarak ikiye ayrılacak yazılarında Galileo, nesne alanına göre değişen bir yöntem kullanır. Astronomi ile ilgili eserler, okuyucusunu Kopernik sisteminin doğruluğuna ikna etmek için başvuru olan diyalektik bir yöntemle yazılmıştır. Mekanik ile ilgili eserler ise hareketin

¹⁴³ Cottingham, *Akılcılık*, 52, ayrıca bkz: Laudan, *Science and Hypothesis*, 30-32.

¹⁴⁴ Aktaran Winifred L. Wisan, “Galileo’s Scientific Method: A Reexamination”, *New Perspectives on Galileo*, ed. R. E. Butts, J. C. Pitt (Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1978), 7.

¹⁴⁵ Aktaran Wisan, “Galileo’s Scientific Method: A Reexamination,” 7.

¹⁴⁶ Wisan, “Galileo’s Scientific Method: A Reexamination,” 8, ayrıca bkz: Bechler, *Newton’s Physics*, 109.

¹⁴⁷ Galileo Galilei, *Dialogues on Two New Sciences*, trans. H. Crew and A. De Salvio (New York: William Andres Publishing, 2010), 106.

matematiksel bir gösterimini yakalamaya çalışan hipotetik tümdengelim yöntemiyle yazılmıştır.¹⁴⁸

1.3.1. Diyalektik Yöntem

Galileo'nun Astronomi ile ilgili yazdığı eserler, *Siderus Nuncius* (1610), *Istoria e Dimostrazioni* (1613) ve *Dialogo* (1632)'dur. Kitaplarda genel olarak Sokratik sorgulama, retorik, olmayana ergi,¹⁴⁹ analoji ve retroduksiyon¹⁵⁰ tekniklerine başvuran diyalektik bir yöntem kullanılır. Yeryüzü olayları ile analoji yapılarak gökyüzüne dair elde edilen yeni veriler yorumlanır; çünkü Galileo için yeryüzü olayları, göksel olaylar için uygun bir model oluştururlar. Aynı şekilde yeryüzü olaylarının nedenleri, göksel olayların açıklamalarında kullanılırlar.¹⁵¹ Fakat bu kitapların birincil amacı, teleskop ile yapılan gözlemlerin sonuçlarını ortaya koymak değildir; en temel amaç geleneksel kozmolojinin (Batlamyus astronomisi ile Aristoteles fiziğinin ayrıntılı bir birleşimi) yanlış olduğunu göstermektir. Galileo mevcut kozmolojinin yeni bir kozmoloji ile yer değiştirmesi gerektiğini düşünmektedir; yeni kozmolojinin astronomisi Kopernik tarafından doldurulmaktadır; diğer kısmı için ise yeni ama tamamlanmamış Galileo fiziği vardır.¹⁵²

Galileo, 1597'de Kepler'e yazdığı mektupta, Kopernikçi teoriyi, bu teorinin bazı fiziksel olguları (zellikle gelgit olayını) daha yalın biçimde açıklama imkânı vermesinden dolayı kabul ettiğini yazar.¹⁵³ Galileo'nun gelgit teorisi, 1616 tarihli Alessandro Orsini'ye yazılan bir mektupta ortaya konmasına rağmen 1632 tarihli *Dialogo* isimli eserine kadar yayınlanmamıştır. Galileo 1595'de Venedik'e yaptığı ilk ziyaretlerden birinde gelgitlere yönelik açıklamasını keşfetmiştir. Venedik'e yk taşıyan bir tekne içinde, tekne hareket ettikçe, tekne içindeki suyun da bir uçtan

¹⁴⁸ Wisan, "Galileo's Scientific Method: A Reexamination," 3.

¹⁴⁹ Butts, "Some Tactics in Galileo's Propaganda for the Mathematization of Science Experience," 60.

¹⁵⁰ Ernan McMullin, "The Conception of Science in Galileo's Works," *New Perspectives on Galileo*, ed. R. E. Butts, J. C. Pitt (Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1978), 242.

¹⁵¹ Joseph C. Pitt, *Galileo, Human Knowledge and the Book of Nature: Method Replaces Metaphysics* (Netherlands: Springer, 1992), 100.

¹⁵² Wisan, "Galileo's Scientific Method: A Reexamination," 26.

¹⁵³ Pitt, *Galileo, Human Knowledge and the Book of Nature: Method Replaces Metaphysics*, 168.

diğerine hareket ettiğini fark eden Galileo, denizlerdeki gelgit olayının da benzer bir şekilde gerçekleşebileceğini düşünmüştür.¹⁵⁴

Dialogo isimli eserinde Galileo, dört günlük bir diyalog üzerinden Kopernik sistemi ile Batlamyus-Aristoteles sistemini karşılaştırır. İlk gün, Aristoteles'in bozulmaz gökyüzü ve oluş-bozuluşa tâbi olan yeryüzü arasında yaptığı ontolojik ayrımın meşruiyeti sorgulanarak, bu varsayımın hiçbir temelini olmadığı iddia edilir. İkinci gün, yeryüzünde gerçekleştirilen gözlemler ile sabit yıldızların hareket edip etmediklerini belirlemenin imkânsız olduğu gösterilir. Üçüncü gün, Kopernik sistemi açıklanır ve Aristoteles-Batlamyus sisteminin iflas etmiş bir sistem olduğu iddiasını temellendirilmeye çalışılır. Galileo'nun Kopernikçi sistemi tercih edişi ise dördüncü gün ortaya çıkar; Galileo'ya göre Kopernikçi gezegen hareketleri gelgit olayını, okült güçlere ihtiyaç bırakmadan açıklamaktadır. MacLachlan¹⁵⁵, Pitt¹⁵⁶ ve Finnocchiaro'nun¹⁵⁷ belirttiği gibi, yeryüzü argümanları Dünya'nın hareket ettiğini ispatlamayacağı gibi, Dünya'nın hareket etmediğini de ispatlayamaz. Göksel veriler düşünüldüğünde, Kopernikçiliğin üstünlüğü doğal zorunluluktan değil barındırdığı açıklama potansiyelinden gelir. Galileo'nun gelgit teorisi bu potansiyellerden biri olarak açığa çıkar. Galileo bu sistemi, gelgit teorisinin hareket eden bir yeryüzüne gereksinim duymasından dolayı kabul etmiştir.

Galileo, kendi dönemindeki gelgit teorilerini, barındırdıkları okült unsurlar gerekçesiyle ciddiye almamıştır. Pitt, Galileo'nun teori kıstaslarını şu şekilde açıklar: Bir teori matematiksel gösterime izin vermelidir, okült güçler barındırmamalıdır ve teorinin iddiaları ölçülebilir olmalıdır.¹⁵⁸ Bu kıstaslar çerçevesinde Galileo'nun teorisi, Dünya'nın hareketinden başka hiçbir hareket ettirici güç kabul etmediğinden dolayı, olguyu salt mekanik kuvvetlerle açıklayabilmektedir.

Galileo'nun, *Dialogo*'nun dördüncü günü ortaya koyduğu gelgit teorisi, onun bir konuyu ele alırken kullandığı yöntemi örneklendirmektedir. Galileo ilk olarak, birbirine benzeyen olguların nedenlerinin bir ve aynı olduğuna dair inancını bir

¹⁵⁴ James MacLachlan, *Galileo Galilei: First Physicist* (Oxford: Oxford University Press, 1997), 32.

¹⁵⁵ MacLachlan, *Galileo Galilei: First Physicist*, 33.

¹⁵⁶ Pitt, *Galileo, Human Knowledge and the Book of Nature: Method Replaces Metaphysics*, 162.

¹⁵⁷ Maurice A. Finnocchiaro, *Galileo and the Art of Reasoning: Rhetorical Foundations of Logic and Scientific Method* (Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1980), 8.

¹⁵⁸ Pitt, *Galileo, Human Knowledge and the Book of Nature: Method Replaces Metaphysics*, 167.

aksiyom olarak ortaya koyar; daha sonra Dünya'nın hareketine yönelik yaptığı tartışma ile denizlerdeki hareketin nedeninin, Dünya'nın kendi eksenini etrafındaki dönüşü olması gerektiğini iddia eder. Muhatabını ikna etmek için suyun barajlardaki hareketine dair örnekler ile olguyu örneklendirilerek iddiasını destekler.¹⁵⁹

Şu halde Galileo'nun bilimsel programı ilk olarak Batlamyus-Aristoteles kozmolojisinin, özellikle teleskop ile elde edilen yeni veriler ışığında bir eleştirisini yapmak; daha sonra alternatifini olan Kopernik astronomisinin üstünlüklerini ortaya koymaktır. İkinci olarak Kopernik sistemine dayanan kendi hareket teorisini temellendirmektir.¹⁶⁰

1.3.2. Birincil-İkincil Nitelikler Ayrımı ve Matematik

Galileo'nun Kopernik sistemini kabul etmesi, Aristotelesçi epistemolojinin reddedilmesini ve yeni bir epistemolojik temelin inşa edilmesini zorunlu kılmıştır. *Discorsi* (1638) isimli eserinde ortaya koyduğu hareket teorisinin (ya da yeni fiziğin) ihtiyaç duyduğu epistemolojik temel, 1623'te yazdığı *Il Saggiatore* isimli eserinde şöyle açıklanır:

Ne zaman herhangi cismi veya maddi bir şeyi kavrasam, hemen onun sınırlı olduğunu düşünmem gerektiğini hissediyorum. Bir şekle sahip olduğunu, diğer şeylerle ilişkisi bağlamında büyük veya küçük olduğunu, bir yer ve zamanda olduğunu, hareket halinde veya hareketsiz olduğunu, sayısal olarak bir veya birkaç tane olduğunu düşünüyorum. Bu durumda herhangi bir tözü hayalimle genişletmem. Öte yandan bu şey bir renge sahiptir, tadı acı veya tatlıdır, sesli veya sessizdir, bir kokusu vardır; ama aklım o şeyi algılamak bunları düşünmek zorunda değildir. Duyuların rehberliği olmadan akıl veya hayal asla böyle niteliklere ulaşamazdı. Sonuçta tat, koku, renk gibi nitelikler sadece isimlerdir; eğer canlı varlık olmasaydı bu niteliklerin hiçbiri olmazdı... Dışsal cisimler şekil, sayı, yavaş veya hızlı hareketten başka hiçbir niteliğe sahip değildir. Duyular tasfiye edilse bile, şekil, sayı ve hareket var olmaya devam edecektir.¹⁶¹

Galileo'ya göre maddenin nesnel (özel) nitelikleri matematiksel ve ölçülebilir olanlardır; yani şekil, sayı ve harekettir. Duyusal nitelikler maddeye ait değildir,

¹⁵⁹ Galileo Galilei, *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog*, çev. Reşit Aşcıoğlu (İstanbul: İş Bankası Yayınları, 2008), 571-634.

¹⁶⁰ Galileo'nun hareket teorisi ile ilgili ayrıntılı tartışma tezin üçüncü bölümünde yapılacaktır.

¹⁶¹ Aktaran Butts, "Some Tactics in Galileo's Propaganda for the Mathematization of Science Experience," 64-65.

duyu organı olmadan algılanamazlar ve bu nedenle bilimde yerleri yoktur; çünkü doğaya ait değildirler ve matematiksel olarak gösterilemezler. Hareketin niceliksel olana indirgenmesi, niteliksel hareketin ise bilimin dışına çıkartılması hamlesi olan birincil ve ikincil nitelikler ayrımı, yeni fiziğin nesne alanını ve onu ele alma yöntemini de belirlemektedir. Gerçekte varolan sadece niceliksel hareket ise ve niteliksel hareket sadece duyusal bir yanılsama ise, o zaman araştırma konusu niceliksel hareket, onu ele alma yöntemi ise matematik olmak zorundadır.

Galileo bu eserinde, fiziksel açıklamalarda matematiğin kullanılmasının şartlarını ortaya koyar. Zamanın baskın entelektüel geleneği için matematiğin konusu nesnelerin özellikleri ya da nitelikleri değil nicelikleridir. Bu nedenle yeni fiziğin önündeki en büyük engel, doğal olgulara dair açıklamalarda matematiğin epistemolojik olarak gördüğü yasaktır.¹⁶² Kabul edilebilir matematiksel akıl yürütme kullanımı, Aristotelesçi dörtlü değişim teorisinden yalnızca niceliksel değişim ve yer değiştirmenin nasıl gerçekleştiğine dair hipotetik kullanımıdır. Diğer bir deyişle gerçek nesnelerin özellikleri, yani tözlere ve arazlara dair açıklamalar matematiksel terimlerle ifade edilmez; özsel ve arazi ilişkileri ortaya koymak için kullanılamaz. Problem, yalnızca hareketli bir yeryüzünün kozmolojik dogmalarla çelişmesi değil, hareketi açıklamak için matematiğin kullanılmasının yöntemsel olarak uygun olmamasıdır.

Galileo'nun birincil ve ikincil nitelikler ayrımı ve birincil nitelikleri özsel ve matematiksel olarak yeniden tanımlaması, bu yasağı kırmaya yönelik atılmış bir adımdır. Bu ayrım ile Galileo, Aristotelesçi epistemolojiye alternatif bir epistemoloji teklif ederek, matematiğin bilgiyi üretmede ve temellendirmedeki fonksiyonunu yeniden tanımlamaya çalışır.

1.3.3. Özlerden İlişkilere

On yedinci yüzyılda ortaya çıkan yeni doğa felsefesinin en önemli özelliklerinden biri, özcü bir epistemolojik pozisyona değil ilişkisel bir epistemolojik pozisyona sahip olmasıdır.¹⁶³ Özcülük (*essentialism*) görüşüne göre şeyler, değişmez içsel

¹⁶² Pitt, *Galileo, Human Knowledge and the Book of Nature: Method Replaces Metaphysics*, 163-164.

¹⁶³ Margaret J. Osler, "Galileo, Motion and Essences", *The Scientific Enterprise in Early Modern Europe: Reading from Isis*, ed. Peter Dear (Chicago: The University of Chicago Press, 1991), 107.

doğalara sahiptir ve bilimin hedefi bu doğaları keşfetmektir. Bu anlamda özcülük, bilimin, şeylerin operasyonel veya fenomenolojik özelliklerini inceleyebileceğini iddia eden görüşün tam karşıtıdır. Klasik dünyada özcü olmayan felsefi görüşler vardır; bunların en önemlisi, dairesel hareketin kullanılmasıyla göksel cisimlerin hareketlerinin açıklandığı *instrumentalism*dir.¹⁶⁴

Epistemolojik olarak inşa edilen matematiksel şema ile gerçekliğin açıklanamaz olduğunu söyleyen Aristotelesçi çizginin itirazları *Dialogo*'da tartışılır. Konuşma şu şekildedir:

Simplicio: ... bu matematiksel incelikler soyut olarak çok iyi çalışmakta ama fiziksel olana uygulandığında çalışmamaktadır. Örneğin, bir matematikçi tanjantın bir küreyi bir noktada kestiğini ispatlayabilir ama gerçekliğe bakıldığında bu doğru değildir.

Salviati: ... bir bronz küre ile çelik bir yüzeyin bir noktada kesişmediklerini söyleyenler şuna cevap vermelidir: doğadaki küre tam olarak bir küre midir?¹⁶⁵

Matematiksel nesneler için doğru olan fiziksel nesneler için doğru değildir diyen Aristotelesçi Simplicio'nun tespitine karşılık Galileo (Salviati), Platoncu bir çizgide maddenin kusurlu oluşunu ortaya koyarak maddenin, geometrinin doğaya uygulanmasının önünde bir engel teşkil etmediğini ifade eder. Maddi düzenin karmaşıklığı, onu matematiksel sistemin yalın ilişkileri şeklinde görmeyi zorlaştırır. Galileo bu zorluğu aşmak için maddenin kusurlarının soyutlanarak idealize edilmesi gerektiğini düşünür (Öklid uzayı). Bu kusurlar arasında harekete gösterilen sürtünme direnci önemli bir ihmal olacaktır.¹⁶⁶

Felsefenin otoritesi, doğa hakkında fikir (inanç) vermesine değil doğa bilgisi sağlama kapasitesine bağlıdır. Gözlem yaparak doğanın nasıl çalıştığına dair bir fikir edinilebilir, ama bu fikirler güvenilir değildir ve genellikle çelişkilidir. Doğru bilgi için duyular (deneyim) ile birlikte aklın (teori) kullanılması gereklidir. Doğru bilginin felsefenin amacı olduğu konusunda bütün ekoller hemfikirdir; ama doğru bilgiye ulaşma araçları tartışmalıdır.¹⁶⁷

¹⁶⁴ Osler, "Galileo, Motion and Essences," 107.

¹⁶⁵ Galilei, *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog*, 281-288.

¹⁶⁶ McMullin, "The Conception of Science in Galileo's Works," 230-231.

¹⁶⁷ Gower, *Scientific Method*, 24-25.

Galileo'nun çalıştığı Cizvit Üniversiteleri'nde yapılan en önemli tartışma, matematiksel bilimlerin nedensel açıklama sağlayamadığı ve sadece niceliksel betimleme yapabildiği için gerçek bir bilim olup olmadığı üzerinedir.¹⁶⁸ On beşinci ve on altıncı yüzyılın entelektüel merkezleri olan Cizvit Üniversitelerinde kabul edilen Aristotelesçi kavramsal şemaya uygun olarak ele aldıkları nesne alanlarına göre (Tanrı, mücerret akıllar, varlık, doğal cisimler ve nicelik) bilimler beşe ayrılır. Matematik niceliği araştırma aracı olarak kabul edilir. Matematiğin diğer bilimlerden ayrıldığı yer, niceliğin herhangi bir töze atıf yapılmadan da analiz edilebiliyor olmasından kaynaklanır. Ama diğer bilimler zorunlu olarak töze bağımlıdır. Cisimler ve doğal fenomenler arasındaki ilişkiler matematiksel olmayan bilimlerin ele aldığı konulardır. Öte yandan matematik kesinlik derecesi en yüksek bilim olmasına rağmen en az saygın (*least noble*) bilim olarak kabul edilmektedir; çünkü neden ve sonuçlarla ilgilenmemektedir.¹⁶⁹

Doğru bilgi sağlamasına rağmen matematiğin doğa felsefesinde kullanılması, felsefe tarihi boyunca tartışma konusu olmuştur. Bazıları (Aristotelesçilik) için felsefe, sadece tümel ve zorunlu bilgidен yapılan çıkarımlar ile sınırlı olmamalı, aynı zamanda bu olguların nedenlerini (açıklamasını) de vermelidir. Matematiksel yöntem ile olgunun ele alınması, olgunun yalnızca niceliksel olarak ele alınmasını gerektirdiği için nedenleri vermez. Örneğin “serbest düşen bir cismin hızı, düşme süresi ile doğru orantılıdır” matematiksel bir çıkarımdır, ama bu çıkarım cismin bu şekilde davranmasının nedeni hakkında hiçbir bilgi vermez.¹⁷⁰

Bu tespitle Galileo'nun geleneksel Aristotelesçi çizgide olduğu gibi özlerin (nedenlerin) araştırılmasından, modern bilimde olduğu gibi fiziksel çokluklar arasındaki ilişkiyi (*unifying principle*) açıklayan matematiksel örüntülerin araştırılmasına yönelik bir adım atmış olduğu söylenebilir.¹⁷¹ Drake şöyle der: “Galileo'nun yönteminde yeni olan şeylerden biri de, doğanın nedenler üzerinden anlaşılmasına yönelik Aristotelesçi kavramsallaştırma yerine, doğanın deneysel

¹⁶⁸ Joseph C. Pitt, “Measurement”, *Encyclopedia of the Scientific Revolutions: From Copernicus to Newton*, ed. Wilbur Applebaum (London; New York: Garland Publishing, 2000), 631-632.

¹⁶⁹ Pitt, “Measurement,” 632-633.

¹⁷⁰ Gower, *Scientific Method*, 24-25.

¹⁷¹ Bruce Stephenson, *Kepler's Physical Astronomy* (New York: Springer, 1987), 5.

olarak doğrulanmış kesin yasalar olarak kavramsallaştırmasını koymasdır.”¹⁷² Üçüncü bölümde daha ayrıntılı biçimde tartışılacağı üzere, Galileo hareketi incelerken araştırdığı şey düzgün ivmeli hareketin “nedeni” değildir; Galileo bu hareketin neden (öz) gerçekleştiği ile değil nasıl (ilişki) gerçekleştiği ile ilgilenir ve bu harekette etkili olan (bağımlı ve bağımsız) parametreleri (alınan yol, yerçekimi ivmesi ve zaman) ve bu parametreler arasındaki ilişkiyi formüle eder.

1.3.4. Tümevarım ve Hipotetik Tümdengelim

Platon için olduğu gibi Aristoteles için de bilimin modeli geometridir; geometri en güçlü bilgiyi, yani tümel ve zorunlu bilgiyi sağlayan bilim olması nedeniyle, genel bilimsel prosedür için örnek alınır. Bu nedenle bilim, kendisinden bir takım sonuçların çıkarılacağı kanıta ihtiyaç duymayan bazı aksiyom ve önermelere dayanmalıdır. Diğer bir deyişle kanıta ihtiyaç duyulmayacak denli apaçık olan önermelerin tümelliğinden, akıl yasalarına göre zorunlu sonuçlar çıkarılmalıdır. Düşüncenin iki hareketi vardır: Tümevarım ile tümel-genel¹⁷³ önermelere ulaşılır; tümdengelim (güvenli mantıksal kurallar, kıyas, oran) ile bu önermelerden tikel olgulara dair zorunlu (*apodictic*) sonuçlar elde edilir. Aristoteles tümevarımın duysal algı ile başladığını ve sıralı algıların hafızadaki birliğinden, aklın (*nous*) tümel olanı soyutladığını söyler. Aklın tümevarım ile elde ettiği ilk ilkeler, bilimi oluşturan ispatı (tümdengelim, kıyas, oran) önceler.¹⁷⁴

Galileo ve çağdaşları için hareket hakkında doğru bilginin inşa edilmesi, deneysel verileri değil ilk ilkelerin ispatını gerektirir. Bu, herhangi bir olguya dair açıklamanın (*reasoned fact*)¹⁷⁵ doğru olmasının, bu açıklamanın ilkelerinin tümel ve zorunlu (*universal and necessary*) olması gerektiğini ifade eden Aristotelesçi ilkedir. Tecrübe olguya dair açıklama bilgisini veremez çünkü, açıklamayı kendisine dayandıracağı ilkelerden yoksundur. Tümel ilkelerden yoksun olunca da, yapılan olgusal açıklama zorunlu değil ihtimalî (hipotetik) olur.¹⁷⁶

¹⁷² Aktaran McMullin, “The Conception of Science in Galileo’s Works,” 237.

¹⁷³ On yedinci yüzyıl boyunca yapılan yöntemsel tartışmaların sertleştiği yer ilkelerin tümel mi yoksa sadece genel (hipotez) mi olduğu üzerinedir.

¹⁷⁴ McMullin, “The Conception of Science in Galileo’s Works,” 213-214.

¹⁷⁵ *Reasoned fact*: Tümel ve zorunlu bir doğru ile ilişkilendirilerek açıklanmış olgu ve olay.

¹⁷⁶ Gower, *Scientific Method*, 24.

Peki, tümevarımın elde ettiği önermelerin tümel olmasının garantörü nedir? Bacon kendi yöntemiyle, önce doğruluğu pratik karşılığı ile garanti edilen ikinci derece aksiyomlara, oradan da tümel aksiyomlara ulaşılabilceğini düşünür. Descartes ise saf akli sezgi ile tümel önermelerin ve dolayısıyla kesin bilginin elde edilebileceğini iddia eder. Galileo ise matematikte sezgi ile elde edilen aksiyom veya postulatların aksine, fizikte aksiyomların veya postulatların tümevarımsal ve deneysel bir doğrulamaya ihtiyaç duyduğunu, ama bunun içinden olgulara bakacağımız bir teorik çerçeve olmadan gerçekleştirilemeyeceğini teslim eder. Matematiğin bir yöntem olarak kullanıldığı fizikteki ilkelerin tümevarımsal karakteri, fiziksel çıkarımlara zorunluluk atfetmeyi imkansız kılmaktadır. Bu nedenle, olgusal açıklamalarda kullanılan her türlü ilke ve bir olgunun nedenine dair ortaya atılan her iddia “hipotez”dir.

McMullin Galileo’yu, Christian Huygens’in bir yöntem olarak ortaya koyduğu hipotetik tümdengelim yönteminin kurucusu olarak zikreder.¹⁷⁷ *Diyaloglar*’da Sagredo, aklın “doğal ışığı”nın hiçbir zorluk yaşamadan önemli postulatları belirleyebileceğini söyler. Örnek olarak bir postulat şudur: “Farklı eğimlerde düşen cismin hızı, eğimin dikey yüksekliğine bağlıdır.” Buna karşılık Salviati şöyle der: “Akıl yürütme büyük bir olasılık sağlar fakat ben senin olasılığını bir deneyle arttırmak istiyorum.” Sezgisel makûliyet tek başına yeterli görünmemektedir; sezginin yanlış olma ihtimaline karşı ilkenin deneysel doğrulanması gerekmektedir. Deneyle postulatın kesinliğine daha da yaklaşılr. Galileo şöyle der: “Sonuçta bu ilkeleri postulat olarak alalım; onların mutlak doğruluğu, onların sonuçları deneyle birebir bağdaştıktan sonra belirlenecektir.” Bu artık kesin bir bilim değildir; önermelerin mutlak doğruluğu kesin olmayan bir akıl yürütmeyle belirlenecektir. Bu hipotetik tümdengelim, geometride olduğu gibi önermeleri kendinde bir kanıt olarak kabul etmez, ama doğrulukları, çıkarımlanan sonuçların doğrulanması (deney) ile belirlenir. Bu belirleme ya da doğrulama, sonuçlardan önermelere doğru gider.

¹⁷⁷ George E. Smith, “The Methodolgy of Principia,” *The Cambridge Companion to Newton*, ed. I. B. Cohen and G. E. Smith (Cambridge: Cambridge University Press, 2004), 147.

Önermeyi doğru kabul etmenin gerekçesi, önermenin öngördüğü sonucun doğrulanması ile gerçekleşir.¹⁷⁸

Öte yandan Galileo, akıl yürütmeye elde edilen ama tikel sonuçlarla doğrulanamayan durumlarda arazi etkileri suçlar. Örnek olarak, serbest düşmede tüm cisimlerin, madde ve ağırlıkları ne olursa olsun aynı hızda düşeceklerine dair ilkesinde, Galileo deneysel olarak ortaya çıkan anomalileri hava sürtünmesine yükler.¹⁷⁹ Galileo, doğayı bir Öklid uzayı gibi düşünüp ilkelerini belirlemekte, daha sonra fiziksel uzayı idealize edip ortaya çıkan anomalileri maddi kusurlar olarak ihmal etmektedir. Hatta zaman zaman ilkelerinden o kadar emindir ki, deneysel olarak doğrulama ihtiyacı bile hissetmez. Alexandre Koyre'nin verdiği örneğe göre, *Dialogo*'da Galileo, hareket halindeki bir geminin direğinden bırakılan cismin hareketini tartışarak, cismin yere ve gemiye göre göreceli hareketlerini ele alır. Buna göre gemideki bir insan, gemi direğinden düşen bir cismin hareketini hareketli gemiye nispetle görür; bu da doğrusal bir yoldur. Gemi dışında hareketsiz bir gözlemci ise, gemi direğinden düşen cismin parabolik bir yol çizerek düştüğünü görecektir. Bu açıklamadan sonra Aristotelesçi arkadaşı ona deney yapıp yapmadığını sorar, Galileo “hayır; yapmama da gerek yok, böyle olduğunu deneysiz de ileri sürebilirim, çünkü başka türlü olamaz” der. Bu örneği aktardıktan sonra Koyre, Galileo fiziğinin *a priori* olduğunu iddia eder; deney çoğu zaman gereksizdir, çünkü hareket yasaları matematiksel yapıdadır.¹⁸⁰

Her ikisi de Galileo'nun kitaplarında geçen diyaloglara atıf yapan iki Galileo yorumundan ilkinde göre (McMullin) Galileo, Huygens'in kullandığı hipotetik tımdengelim yönteminin kurucusu ve ilk uygulayıcısıdır; ikinci yoruma göre (Koyre) ise Galileo, Descartesçi anlamda sezgileri ile hipotezler kuran ve çoğu zaman bu hipotezleri doğrulayamaya bile gerek duymayan bir filozoftur. Bu iki yorumu Butts şu şekilde birleştirir: “Yöntemsel düşüncenin epistemolojik düşünceye ağır bastığı düzenleyici bir seviyede deney teorisini doğrulamak için yapılmaz, teorik

¹⁷⁸ McMullin, “The Conception of Science in Galileo’s Works,” 226-227.

¹⁷⁹ Finocchiaro, *Galileo and the Art of Reasoning*, 196-199.

¹⁸⁰ Alexandre Koyré, *Bilim Tarihi Yazıları*, çev. K. Dinçer (Ankara: Tübitak, 2000), 208-209.

olasılıkları serimlemek için yapılır.”¹⁸¹ Düzenleyici bir seviyeye ulaşıncaya kadar deney ve gözleme ihtiyaç vardır; ama bir yerden sonra hipotez kurmak, bir soyutlama işi olduğu için deney ve gözleme olan bağlılık, doğayı idealize etmenin önünde bir engel oluşturacağı için terk edilir. Bu dereceden sonra yapılacak deneyler, hipotezin fenomenal sonuçlarını test etmek ve denetlemek içindir.

Galileo için doğa bilimi, doğadaki kusurları idealize eden sezgisel bir akıl yürütme ile bir takım ilk ilkelere ulaşmak (hipotez), bu ilk ilkelerin doğruluğunu sınamak için de, geometrik yöntemle bu ilk ilkelerden çıkarsanan tikel sonuçları (tümdengelim) deneysel olarak sınamaktır. Ama bu da yetmemekte, deneysel doğrulama sürecinde karşılaşılan anomalilerin nerelerde ihmal edilmesi gereken fiziksel kusurlardan, nerelerde ilkenin yanlışlığından kaynaklandığının da belirlenmesi gerekmektedir.

Galileo’nun hipotetik tümdengelim yöntemi dört adımlıdır: 1) Doğanın gözlemlenmesi ya da deneyim; 2) deneyimden hareketle gözleme kapalı alana dair yapılan sezgisel çıkarım; 3) bu çıkarımın matematiksel gösterimi ve 4) deney ile hipotezin kontrol edilmesi. Galileo doğa olayları arasındaki ilişkiyi matematiksel karakterli bir önerme ile ifade eder. Önce tekil durumları deneysel olarak ele alır, sonra buradan hareketle ve sahip olduğu *a priori* ilkelerle birlikte bir önerme kurar. Bu önerme matematiksel karakterlidir; daha sonra bunu deneyle doğrulamaya çalışır. Yine bu süreçte yapmış olduğu ihmaller de deneysel değil *a priori*’dir. Şu halde ilk adım sentez ikinci adım analizdir denilebilir.

Her ne kadar Koyre, Galileo’nun hiçbir zaman deneye başvurmamış olduğunu söyleyerek onu rasyonalist bir matematikçi olarak tasvir etse de; Drake’nin, Galileo’nun çalışma notlarına dair yaptığı soruşturma, kendi formüllerini oluşturma sürecinde Galileo’nun pek çok kez deney yaptığını ortaya çıkarmıştır.¹⁸² Şu halde Galileo’yu Yeniçağdaki deneyci-akılcı karşıtlığı şemasına oturtmak yanıltıcıdır.

Discorsi’de Galileo şöyle der: “Deneyimin bize öğreteceği sınırlar altında onları kullanabilmek için, deneyler yardımıyla sonuçları engellerden soyutlayarak bulmalı

¹⁸¹ Butts, “Some Tactics in Galileo’s Propaganda for the Mathematization of Science Experience,” 81-82.

¹⁸² Bernard Cohen, *The Birth of a New Physics* (London: Penguin Books, 1992), 95.

ve göstermeliyiz.”¹⁸³ Galileo için yapılması gereken ilk olarak sonuçları kullanmak için belirlemek ve onları matematiksel olarak göstermektir; ikinci olarak bu sonuçların ancak deneyimin öğrettiği sınırlar için kullanabilir olduğunu bilmektir. Galileo’nun belirlemesi, gösterilmiş sonuçları doğru bir biçimde, onları gerçek durumlara uygulayıp bu uygulamanın gerçek dünyanın olasılıkları ile nasıl sınırlandırıldığını belirlemeden kullanılamayacağıdır.¹⁸⁴

1.3.5. Galileo ve Arşimetçi Yöntem

Arşimet’in *Düzlemlerin Dengesi Üzerine* isimli eserinde kaldıraç ve denge üzerine pek çok önerme bir dizi postulattan hareketle oluşturulur. Bu postulatlar sağ duyuya uygun bir deneyimin idealize edilmiş halleridir. Örnek olarak ilk postulatta “eşit ağırlıklar” kavramı ile “denge” kavramı arasında bir ilişki kurulur. Burada “eşit ağırlıklar” ve “denge” *a priori* makûl kavramlardır ama deney ve teori işbirliğini gerektirir. İdealize edilmiş deneyimden türetilen bu iki kavram arasındaki ilişki de matematiksel bir ilişkidir. Galileo kendi hareket biliminin yeni olmadığını söyler; çünkü Arşimetçi yöntemi örnek almaktadır. Bunun anlamı, Galileo’nun sağduyu deneyimlerini idealize ederek oluşturduğu ilkeleri başlangıç noktası yapıp matematiksel çıkarımlar gerçekleştirmesidir.¹⁸⁵

Öte yandan Arşimet modelinde, kendisinden hareket edilecek ilk önermelerin elde edilmesinde deneyimin rolü sınırlıdır, çünkü bu ilk önermelerin bir kısmı fiziksel olarak mümkün olmayan ifadeler barındırır.¹⁸⁶ Koyre’nin dikkat çektiği gibi benzer şekilde Galileo’nun ulaştığı pek çok sonuç da deneyle doğrulanamaz olan sonuçlardır. Şu halde Aristoteles ile Arşimet-Galileo arasındaki fark, eğer biçimsel değilse nedir? Bu soru, tezin temel sorusudur. Bu iddianın fiziksel ve metafiziksel unsurları, tezin ikinci ve üçüncü bölümünde daha etraflı bir biçimde ele alınmaya çalışılacaktır.

¹⁸³ Galilei, *Dialogues on Two New Sciences*, 253.

¹⁸⁴ Pitt, *Galileo, Human Knowledge and the Book of Nature: Method Replaces Metaphysics*, 141; ve ayrıca bkz. Gower, *Scientific Method*, 37-38.

¹⁸⁵ Gower, *Scientific Method*, 27.

¹⁸⁶ Winifred. L. Wisan, “Galileo and The Emergence of a New Scientific Style,” *Theory Change, Ancient Axiomatics and Galileo’s Methodology Vol 1*, ed. J. Hintikka, D. Gruender, E. Agazzi (London: D. Reidel Publishing Company, 1978), 319.

1.4. Newton

Roger Cotes (1682-1716), *Principia*'nın 1713 tarihli ikinci baskısına yazdığı önsözde, doğayı araştıran üç felsefe ekolünün kullandığı yöntemleri ele alarak kritik eder. İlk iki ekolü eleştiren Cotes, en iyi felsefe yapma yönteminin, Newton'un da kullandığı yöntem olan deneysel yöntem olduğu sonucuna ulaşır.

1.4.1. Cotes'un Newtoncu Yöntem Savunusu

Cotes'un ele aldığı üç felsefe yapma yönteminden ilki Aristotelesçi yöntemdir. Bu çizgi fenomenleri, cisimlerin doğalarına atıfla açıklar ama doğanın ne olduğunu açıklamaz. Şeylere verdikleri isimleri kullanarak felsefi konuşmalar yaparlar ama şeylerin kendileriyle ilgilenmezler; sonuçta yaptıkları konuşmalar hiçbir şeyi bilinir kılmaz. İkinci yöntem Kartezyen felsefe ekolünün kullandığı yöntemdir. Bu ekol isimleri reddeder, maddeyi homojen kabul eder ve cisimlerde görülen çeşitli formların, o cisimleri oluşturan parçacıkların yalın ilişkilerinden oluştuğunu kabul eder. Fakat okült akışkanların (*votices*) varsayılması yanlıştır. Bu spekülasyonları ilk ilkeler olarak kabul edenler, bu ilkelerden hareketle en yüksek doğruluk değerlerini elde etseler bile doğayı doğru açıklayamazlar. Üçüncü yöntem ise deneysel felsefenin kullandığı yöntemdir; bu ekole mensup filozoflar her şeyin nedenini en yalın ilkelerden çıkarsarlar, fakat fenomen ile ispatlanmamış hiçbir ilke varsaymazlar. Bunlar herhangi bir hipotez¹⁸⁷ ile olgulara yaklaşmazlar. Bu nedenle sentetik ve analitik olmak üzere iki ayaklı bir yöntem kullanırlar. Seçilmiş fenomenlerden analiz ile doğanın kuvvetlerini ve bu kuvvetlerin yalın yasalarını elde ederler; daha sonra sentez ile geri kalan yapıları açıklarlar. Newton'un da kullandığı bu yöntem, diğerleri ile karşılaştırılamaz olan en iyi felsefe yapma yöntemidir. Bu yöntemin uygulamasına verilecek en iyi örnek, *Dünya Sistemi* açıklamasının çekim teorisinden çıkarsanmasıdır. Çekim niteliği bütün cisimlerde vardır; Newton'dan önce de bu hayal edilmiş ve tartışılmıştır ama Newton, en önemli spekülasyonlara¹⁸⁸ temel teşkil eden bu teoriyi fenomenlerden hareketle ispat eden ilk filozoftur.¹⁸⁹

¹⁸⁷ Newtoncu anlamda *hipotez* teriminin ispat edilemez veya çürütülemez içerikte olan önermeler anlamına geldiğine dair bkz: Cohen, *The Newtonian Revolution*, 100.

¹⁸⁸ On yedinci yüzyıl felsefesi için *spekülasyon* terimi teorik düşünce anlamına gelir.

¹⁸⁹ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, xx-xxi.

Cotes daha sonra, bazı büyük isimlerin (kastettiği Leibniz ve Huygens'tir) sahip oldukları önyargılardan dolayı bu yeni ilkeyi (*gravitation*) doğru değerlendiremediklerinden ve kesinliği belirsizliğe feda ettiklerinden bahseder. Daha sonra bu isimlerin deneysel felsefeye yönelttikleri eleştirileri ele alarak bu eleştirilere cevap verir. Cohen'in de belirttiği gibi Newton fiziğine yönelik eleştiriler genel olarak Huygens'ten ve Leibniz'den gelmiştir; ama bu eleştiriler *Principia*'nın konusu, dinamik ve göksel mekanik üzerine değil, çekim olgusunun metafizik temellerine yöneliktir.¹⁹⁰

Cotes, bu nedenle, yazmış olduğu önsözde bir çekim ilkesi savunusu yapar. Cotes'a göre çekim gücünün (Leibniz ve Huygens tarafından) okült bir nitelik olduğunun iddia edilmesi büyük bir yanılgıdır. Çünkü okült nedenlerin varlığı da okült olduğundan yalnızca hayal edilebilirler ama ispat edilemezler. Fakat çekim gücü, sonuçları gözlemlerle doğrulanmış bir kuvvettir; bu nedenle okült neden olarak nitelendirilemez. Ayrıca bir kuvvetin nedeninin henüz keşfedilmemiş olması, onu felsefenin dışına atmayı gerektirmez. Nedenler, genellikle bileşik olanlardan yalın olanlara doğru ilerleyen sürekli bir zincirin son ve en yalın halkasıdır. Dolayısıyla en yalın nedenin mekanik açıklaması beklenemez veya verilemez; eğer verilebiliyorsa o zaman bu neden en yalın neden değildir. Şu halde bu en yalın nedenin, bir açıklaması verilemiyor diye okült ilan edilip reddedilmesi, Cotes'a göre, büyük bir yanılgıdır. Bu durumda, açıklaması yapılamayan yalın nedene dayanan tüm sonuçlar da reddedilecek ve felsefe ortadan kalkacaktır. Fakat cisimlerin birincil nitelikleri vardır ve bu nedenle bu nitelikler hiçbir şeye dayandırılmaz.¹⁹¹

Cotes'un ifade ettiği gibi teoriler aksiyomlara dayanır, ama aksiyomların kendileri dayanaksızdır. Dolayısıyla Newtoncu yöntem, aksiyomlarını fenomenlere dayandırmasıyla diğer felsefe ekollerden ayrılmakta ve gerçek bilgiye ulaşmanın yegane yöntemi olarak ortaya çıkmaktadır. Aksiyomlarını fenomenlerden elde etmeyen ve bunun sezgi ile elde edileceğini iddia eden Kartezyen felsefeyi ise, aynı önsözdeki boşluk (boş uzay) tartışmasında şu şekilde eleştirilir:

¹⁹⁰ Cohen, *The Newtonian Revolution*, 69.

¹⁹¹ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, xxvi-xxvii.

Onlar (Kartezyen felsefe) için evrenin dolu olması, Tanrı'nın iradesi ile değil, doğal operasyonların gerçekleşmesi için her yere yayılan ve orayı dolduran latif esir maddesinin gerekli olması ile ilgilidir... Onlar için esir doğal bir zorunluluktur; aynı şekilde onlar doğanın, Tanrı iradesi ile değil (onun da üzerinde) nedensel zorunluluk ile yönetildiğini söylerler. Madde, doğal zorunluluktan dolayı vardır ve onun doğası her zaman ve her yerde özdeştir... Oysa doğa yasaları bu bilge düzeneğin üzerindeki izlerde (fenomen) ortaya çıkar; (rasyonel) zorunluluğun zayıf gölgesinde değil. Bu nedenle belirsiz ihtimallerden değil deney ve gözlemlerden hareket etmeliyiz. Kendine güvenen ve doğanın doğru ilkelerini kendi aklının sonsuz ışığıyla bulacağını düşünen birisi, hem doğanın zorunlulukla var olduğunu hem de doğa yasalarının zorunlu olduğunu varsaymalıdır. Bu, Tanrı'ya doğal düzen için en iyinin ne olduğunu söylemek gibidir. Gerçek felsefe şeylerin görünüşlerini kendine temel yapar... Şu halde makul ve adil bir yargılama, en muhteşem yöntemin deney ve gözlem temelinde kurulmuş olan yöntem olduğunu teslim edecektir.¹⁹²

1.4.2. Newton için Akıl Yürütme Kuralları

Newton, kendi kullandığı yöntemi açıklamak için *Principia*'nın üçüncü kitabının (*De Mundi Systemate*) girişine dört kuraldan oluşan “Felsefede Akıl Yürütme Kuralları” (*Rules of Reasoning in Philosophy*) isimli bir bölüm ekler. Newton ilk kuralda, doğal olgulara, görünüşleri doğru ve yeterli bir biçimde açıklayan nedenlerden başka neden atfetmediğini, çünkü doğanın boş şeyler yapmadığını ve yaptığı şeylerde hep en yalın olan yolu kullandığını ifade eder. Bu kural, Galileo'nun gelgit teorisini açıklamaya başlamadan önce zikrettiği kuraldır.¹⁹³ İkinci kural da yine Galileo'nun “evrensellik ilkesi”sidir: Aynı doğal sonuçlar, mümkün olduğu kadar aynı nedenlere tahsis edilmelidir.¹⁹⁴

İlk iki kuralda fenomenlerden elde edilmemiş okült nedenleri kabul etmediğini ve pek çok benzer sonucun nedenlerinin bir ve aynı olduğunu ifade eden Newton, üçüncü kuralda şunları söyler:

Kural 3: Cisimlerin nitelikleri, yoğunlaşma ve seyrelme dereceleri dikkate alınmaksızın, deneysel araştırmamız içindeki tüm cisimlerde bulunur; dolayısıyla bu nitelikler, cisimlerin tümel nitelikleridir. Cisimlerin nitelikleri yalnızca deney ile bilinebilir; evrensellik ölçütü ise deneysel kanıtlamadır. Deneysel kanıtlar insanların

¹⁹² Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, xxxi-xxxii.

¹⁹³ Galilei, *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog*, 571-634.

¹⁹⁴ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 398.

vehimleri uğruna terk edilemez. Doğa analogileri de yalın olmadıkça ve sabit olmadıkça terk edilir. Cisimlerin uzamsallığı duyularımızdan başka yolla bilinemez. Uzamı sadece duyusal şeylerde kavradığımız için, duyusal olan herşeye uzamı yükleriz. Deneyimin bize gösterdiği gibi, cisimlerin büyük çoğunluğu serttir; bütündeki sertlik de duyulamayan bölünmez parçaların sertliğinden kaynaklanır. Bütün cisimler nüfuz edilemezdir; bunu akıldan değil duyulardan elde ederiz. Elimize aldığımız cisimler nüfuz edilemezdir; bu nedenle nüfuz edilemezlik evrensel bir niteliktir sonucunu çıkartırız. Tüm cisimler hareket edebilirlik ve tüm cisimlere hareketlerini veya sükûnlarını muhafaza etme güçleri bahşedilmiştir (buna eylemsizlik diyoruz). Bu güçleri yalnızca gözlemlenmiş cisimlerden hareketle çıkarsıyoruz. Bütünün uzamı, sertliği, nüfuz edilemezliği, hareket edebilirliği ve eylemsizliği, parçaların uzamı, sertliği, nüfuz edilmezliği, hareket edebilirliği ve eylemsizliğinden kaynaklanır. Bu nedenle tüm cisimlerin en küçük parçacıkları da uzamsallık, sertlik, nüfuz edilemezlik, hareket edebilirlik ve eylemsizlik niteliklerine sahiptir. Bu tüm felsefenin temelidir. Cismin bölünebilir ardışık parçalarının, bir birlerinden ayrılabilir olması bir gözlem meselesidir; ama bölünmez parçacıklar aklımızın kavradığı matematiksel olarak gösterilen parçacıklardır. Ama bölünmez kabul ettiğimiz parçacıklar da doğanın güçleri ile bölünebilir; bunu bilemeyiz. Bölünmez veya bölünebilir parçalar, gerçekte sonsuza kadar da bölünebilir olabilir. Son olarak, deneysel ve astronomik gözlemler ile evrensel olarak görünen, tüm cisimlerin Dünya'nın merkezine çekilmeleri ve bunun, cismin niceliği (kütlesi) ile doğru orantılı olması, Ay'ın Dünya'ya çekilmesi ve denizlerin de Ay tarafından çekilmesi, aynı şekilde tüm gezegenlerin ve kuyruklu yıldızların Güneş'e çekilmeleri ile bu kuralın gereği olarak şu sonucu çıkarmamıza yol açar: Tüm cisimlere, evrensel olarak karşılıklı çekim ilkesi bahşedilmiştir. Çekim gücünün cisimlerin özsel niteliği olduğunu söylemiyorum; çünkü bu sabit değildir, yeryüzünden uzaklaştıkça azalan bir şeydir.¹⁹⁵

Newton bu kuralda cisimlerin evrensel niteliklerinin hareket edebilirlik, nüfuz edilmezlik, uzamsallık, sertlik ve eylemsizlik olduğunu, çekim gücünün karşılıklı olarak tüm cisimlerde olmasına rağmen, şiddetinin uzaklıkla ters orantılı olarak azalmasından dolayı sabit olmadığını, bu nedenle de cisimlerin özsel niteliği olarak kabul edilemeyeceğini ifade eder. Newton bu kuralda kendi ilk ilkelerini, *Principia*'ya temel teşkil eden varsayımlarını ortaya koyar. Newton için her bir ilke fenomenlerden elde edilmiştir. Bunun nasıl elde edildiğini de dördüncü kuralda ortaya koyar. Dördüncü kural şöyledir: “Deneysel felsefede önermeleri, genel

¹⁹⁵ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 398-400.

tümevarım ile fenomenlerden doğru bir biçimde ya da neredeyse doğru bir biçimde çıkarsarız. Hipotezler lehine tümevarım terk edilemez.”¹⁹⁶

1.4.3. *Newtonian Style*

Cotes’un önsözde ve Newton’un akıl yürütme kurallarında belirttiği yönteme Cohen “*Newtonian style*” (Newtoncu tarz) ismini verir. Cohen’e göre bu yöntem, akıl yürütme ve o akla yön veren güçlü bir hayal gücü ile empirik verilere uygulanan matematiksel tekniğin özel bir karışımıdır. Bu yöntemin en önemli özelliği, matematiksel alana transfer edilebilir varsayılmış bir yalın fiziksel mevcutlar (*entities*) ve durumlar kümesinden hareket etmesidir. Örnek olarak, gezegen hareketleri problemi öncelikle merkezi çekim kuvveti etkisi altında hareket eden tek-cisimli sisteme indirgenir; burada noktasal bir kütlenin matematiksel uzayda ve zamanda hareketi tartışılır. Bu inşa sürecinde Newton doğadaki sistemi idalize etmekle kalmaz, doğal sisteme paralel matematiksel ve hayali bir sistem yaratır. Bu matematiksel sistem, idealize edilmiş doğal sistemin bir taklididir; matematiksel olarak çıkarsanan kural ve oranlar, deney ve gözlemden tümevarım ile elde edilen kural ve oranlarla (genelleştirilmiş verilerle) karşılaştırılır. Örnek olarak, birinci kitabın ilk iki önermesinde ifade edilen, çekim kuvveti etkisi altında eylemsiz hareket yapan noktasal kütlenin durumu, fenomenal olarak doğrulanabilir bir ilişki olan alan yasası (Kepler’in ikinci yasası) için gerek ve yeter koşuldur ve bunun üzerinden kontrol edilir. Gerçeklik ile modelin her karşılaştırılması bir modifikasyon, her modifikasyon da yeni çıkarımlar demektir; yeni çıkarımlar her seferinde gerçeklikle yeniden kontrol edilerek dairesel bir süreç takip edilir. Bu süreçte matematiksel modele her seferinde yeni ama hayali mevcutlar, kavramlar veya durumlar eklenebilir. Bu nedenle Newton’un oluşturduğu fenomen temelli matematiksel model, doğanın idealizasyonu (yalınlaştırılmış hali) olduğundan gerçekliğe yakınsar (*approximation*) ama ona özdeş değildir.¹⁹⁷ Smith’in de ifade ettiği gibi Newtoncu yöntem, mevcut teorideki her sistematik sapmanın, çözülmemiş

¹⁹⁶ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 400.

¹⁹⁷ Cohen, *The Newtonian Revolution*, 69, ayrıca bkz: I. Bernard Cohen, “Newton’s Third Law and Universal Gravity,” *Journal of the History of Ideas* 48/IV (Oct.-Dec., 1987), 588-591.

bir problemin varlığına işaret etmesi anlamında seleflerinden ayrılır. Dolayısıyla Newtoncu bilim bitimsiz bir soruşturmadır.¹⁹⁸

Burt de Cohen ve Smith ile aynı şekilde düşünür ve Newton'un, Descartes ve Galileo'nun tersine matematiksel doğruları fiziksel doğrular olarak kabul etmediğini, fiziksel ilkelerin Newton için, fiziksel varsayımlardan ziyade matematiksel varsayımlar olduğunu söyler. Newton için matematik sürekli olarak deneyde modellenir; her ne kadar matematiksel çıkarımlar yapmış olsa da, Newton sürekli bu çıkarımların deneylerle doğrulanması gerektiğini vurgular.¹⁹⁹

Newtoncu yöntemin gücü, yeni bir matematiksel analiz biçimi ile fiziksel neden araştırmasını birleştirmesi ve sonuçların sürekli olarak deneylerle kontrol edilmesinden kaynaklanır. Onun yöntemindeki en önemli unsur, matematiksel yasalar ile “nedenler” olarak fiziksel kuvvetlerin niteliklerinin ayırd edilebilmiş olmasıdır. Bu süreçte Newton, gerçeklikten soyutlanmış matematiksel yapılar oluşturmamış ama yalınlaştırılmış ve idealize edilmiş fiziksel durumların, daha sonra deney ve gözlemlerle açığa çıkan gerçek fiziksel durumlarla ilişkiye sokulacak biçimde matematiksel karşılıklarını yaratmıştır.²⁰⁰ Ama yaratılan matematiksel karşılıklar, fiziksel fenomenleri niceliksel olana indirgeyip tahrip etmeyi ve onları kurgusal kavramlarla ilişkilendirmeyi gerektirmektedir.

Christiaan Huygens, *Traité de la Lumière* isimli eserinin girişinde, mükemmel olan bilimin geometri olduğunu, fiziğin kesinliğe yaklaşabileceğini ama elde edilen teorilerin hep ihtimalî teoriler olarak kalacağını ifade eder:

Bu konuda (özelde mekanik, genelde fizik), geometrideki kesinlik derecesinde bir ispat yapılamaz. Bu nedenle kullanılan yöntem, önermelerini inkar edilemez ilkelere dayandıran geometricilerin kullandığı yöntemden oldukça farklıdır. Bu konuda ilkeler, onlardan çıkarılan sonuçlarla test edilir. Konunun doğası başka türlü bir yöntemle izin vermez. Fakat bu yolla kesinlikten çok az yoksun olan ihtimalî teoriler kurulabilir. Varsayılan ilkelerin sonuçları gözlemlenen fenomenlerle mükemmel şekilde uyumlu

¹⁹⁸ Smith, “The Methodology of Principia,” 159.

¹⁹⁹ Edwin Arthur Burt, *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science* (London: Kegan Paul, Trench, Trubner & CO. LTD, 1925), 206-207.

²⁰⁰ Cohen, *The Newtonian Revolution*, 37.

olabilir. Ancak belirli bir hipotez kabul edilip yeni fenomenler tahmin edildiğinde, beklentilerin gerçekleştiği görülecektir.²⁰¹

Hem Newtoncu deneysel yöntem hem de Galileocu-Huygensci hipotetik tümdengelim yöntemi ihtimalî teoriler ortaya koyma noktasında mutabık ise, ayrım nerede ortaya çıkmaktadır?

1.4.4. Deneysel Yöntem ile Hipotetik Tümdengelimli Yöntem

Koyre'nin Galileosu Platoncu bir filozof olduğundan fiziğini *a priori* olarak yapar; diğer bir deyişle Koyre'nin Galileosu için deney ve gözlem, arkasına geçilip gerçeğe ulaşmak için aşılması gereken engeller olarak vardırırlar.²⁰² Koyre'nin iddiasını detsekleyen pek çok ifade Galileo'nun kitaplarında bulunabilir; ama en önemlisi eylemsizlik hareketinin sağ duyuya tamamen ters olması ve *a priori* bir hipotez sahibi olmadan, deneyin bu olguyu görünür kılmamasıdır. Bu nedenle Galileo'nun önermelerinin çoğu sağ duyuya ters ifadeler barındırır.

Stillman Drake'nin Galileo'nun not defterlerini ortaya çıkartıp, Galileo'nun bir hipotezi oluşturma sürecinde pek çok kez deney yaptığını ortaya koyması²⁰³ ile Koyre'nin Galileosu ortodoks Platonculuktan heterodoks Platonculuğa doğru kaymış ve onun kullandığı yöntemin tarihsel yorumlarını da Newton'un deneysel yöntemine²⁰⁴ veya (Galileo bölümünde görüldüğü üzere) Huygens'in hipotetik tümdengelim yöntemine²⁰⁵ dair yapılan tarihsel yorumlara yaklaştırmıştır. Drake'den önce Ernst Mach, Galileo'yu Newtoncu deneysel yöntemin kurucusu olarak zikretmiş ve şöyle demiştir: “Galileo serbest düşmeyi deneysel olarak incelediği zaman, düzgün ivmeli hareketin yasaları saf niceliksel bir form kazanmıştır.”²⁰⁶ Mach'ın tespitine paralel şekilde tezin iddiası da hareketin saf niceliksel form kazanmasının, bilim devrimini mümkün kılan en önemli parametre olduğudur.

Smith, Newtoncu yöntemin, hareketi maddenin maddeye temasıyla açıklayan mekanik felsefenin kullandığı hipotetik tümdengelim yönteminden farklı olduğunu

²⁰¹ Aktaran Hesse, *Forces and Fields*, 107-108 ve 119-120.

²⁰² Koyré, *Bilim Tarihi Yazıları*, 208-209.

²⁰³ Cohen, *The Birth of a New Physics*, 95.

²⁰⁴ Örnek olarak bkz: Bechler, *Newton's Physics*, 144-151.

²⁰⁵ Örnek olarak bkz: Smith, “The Methodolgy of Principia,” 138-173.

²⁰⁶ Aktaran Gower, *Scientific Method*, 22.

ifade eder.²⁰⁷ Çünkü Galileo ve Huygens'in matematiksel teorileri öncelikli olarak fenomenleri tahmin etmek ve açıklamak amacındadır. *Principia*'nın ilk iki kitabında geliştirilen matematiksel teorilerin amacı ise, empirik dünyanın, ona sorulan sorulara cevap verebilmesi için kullanılacak deney ve gözlemlere rehberlik edecek çerçeveyi oluşturmaktır. Diğer bir deyişle, Newton'un matematiksel teorileri, test edilemez formdaki soruları, test edilebilir empirik sorulara dönüştürmek amacını taşır.²⁰⁸

Hipotetik tümdengelim yönteminin uygulaması Huygens'in *Horologium Oscillatorium* isimli kitabındaki sarkaç hareketi teorisinde görülür. Bu teoride, idealize edilmiş noktasal kütlelerin matematiksel olarak betimlenmiş salınımı, farklı büyüklük ve şekillerdeki fiziksel kütlelerin deneysel salınımları ile karşılaştırılır ve bazı yerlerde düzeltmeler yapılır. Huygens'in ulaştığı sonuç, idealize edilmiş teori ile fiziksel gerçekliğin arasındaki farkın pratik bir öneminin olmadığı ve ihmal edilebilir olduğudur. Huygens ikinci olarak, gerçek dünyanın karmaşıklığının deneysel kanıtların önünde bir engel teşkil ettiğini ve kanıtların kalitesini sınırlandırdığını söyler; bu nedenle de, deneysel verilerden hareket edilmesinin yanıltıcı olacağını ifade eder.²⁰⁹

Hipotetik tümdengelim, geometride olduğu gibi önermeleri kendinde bir kanıt olarak kabul etmez; ama doğrulukları, çıkarımlanan sonuçların doğrulanması (deney) ile belirlenir. Bu belirleme ya da doğrulama, sonuçlardan önermelere doğru gider. Önermeyi doğru kabul etmenin gerekçesi, önermenin öngördüğü sonucun doğrulanması ile gerçekleşir.²¹⁰ Çünkü hareket hakkında bazı varsayımlar kullanılarak matematiksel olarak doğru sonuçlar elde edilebilir; fakat bu durum varsayımların doğruluğunu garanti etmez; aynı sonuçlar başka varsayımlar ile de elde edilebilir. Geometride aksiyomlar, temel önermeler ve tanımlar apaçıktır (*self-evident*) fakat hareket bilimi için bu geçerli değildir.²¹¹

Newton'un deneysel yöntemi ile Huygens'in hipotetik tümdengelim yönteminin birbirinden ayrıldığı yer de kanımızca burasıdır; iki yöntemde de bir hipotez ile

²⁰⁷ Smith, "The Methodolgy of Principia," 139.

²⁰⁸ Smith, "The Methodolgy of Principia," 147.

²⁰⁹ Smith, "The Methodolgy of Principia," 155.

²¹⁰ McMullin, "The Conception of Science in Galileo's Works," 226-227.

²¹¹ Gower, *Scientific Method*, 26.

başlanır ama Newton oluşturmuş olduğu hipotezi deney ve gözlem verilerinden (fenomenlerden) tümevarımla oluştururken, Huygens bu hipotezin deney ve gözlemden oluşturulmasının aldatıcı olacağını, çünkü doğanın karmaşıklığının yalın bir hipotez oluşturmanın önünde engel teşkil ettiğini düşünür.

Newton pek çok farklı hipotezin aynı gözlem ve deneylerle uyuşabileceğini ifade ederek Huygens'in kullandığı hipotetik tümdengelim yöntemine karşı çıkar. Newton'a göre hipotetik tümdengelim yöntemi, olguyu açıklıyor görünen bir hipotezi doğru varsayarak yola çıkıyor olmasından dolayı hatalıdır.²¹² Newton, kendi deneysel yönteminin daha güvenli bir yöntem olduğunu, hipotetik tümdengelim sınırlarının üstesinden geldiğini iddia eder.²¹³ Newton kendi yönteminin de her zaman mutlak kesin (doğayı nasıl ise öyle açıklama anlamında değil, doğru ama eksik doğa kuvvetlerini belirleme anlamında) bilgiyi sağlamadığını, çünkü gözlemlenen olgulara dayanarak gözlemlenemez alana dair yapılan çıkarımın her zaman yanlış olabileceğini ifade eder. Newton'a göre deneysel yöntem mutlak olmasa da en yüksek derecede kesinliği verebilen tek yöntemdir.²¹⁴

İki yöntem biçimini birbirinden ayıran nokta, iki yöntemin hipotez oluşturma sürecinde tümevarıma verdikleri önemde açığa çıkar. Çünkü Huygens'in hipotetik tümdengelim yöntemi, Newton'un deneysel-tümevarımsal yönteminin karşısına bütünüyle değil ama kısmen Descartesçi anlamda sezgiciliği koyar.

1.4.5. Tümevarım

Newton tümevarım terimini ilk defa 1713 tarihli (ikinci baskı) *Principia*'nın *General Scholium* bölümünde kullanır.²¹⁵ “Bu felsefede tikel önermeler fenomenlerden çıkarsanır ve en sonunda tümevarımla yorumlanır.”²¹⁶ Daha sonra 1717 tarihli (ikinci baskı) *Opticks* 'te tümevarımı, “şeylerin doğasını ortaya koyma imkanı veren en iyi ispat yolu”²¹⁷ olarak açıklar. Yine *Principia*'nın 1726 tarihli basımında tümevarım, Newtoncu akıl yürütmeye karşı yapılan suçlamaların koruyucusu olarak açıklanır.

²¹² Gower, *Scientific Method*, 80.

²¹³ Smith, “The Methodolgy of Principia,” 154.

²¹⁴ Gower, *Scientific Method*, 74.

²¹⁵ Bechler, *Newton's Physics*, 351.

²¹⁶ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 676.

²¹⁷ Isaac Newton, *Opticks* (London: Printers to Royal Society, 1704), 404.

1713-1726 tarihleri arasında Newton bir yandan sürekli olarak teorilerinin mutlak kesin olmadığını söylerken, diğer yandan da teorilerinin hipotetik olduğu yönündeki suçlamaları reddetmiştir. Genelleştirme deneyimle ispatlanabilir değildir; dolayısıyla yasalar mutlak olarak kesin değildir ama genel yasalardır. Fakat deneyimden tümevarımla elde edilen yasalar hipotetik değildir. Tümevarım süreci yasaların kesin olmamasının ama gerçek olmasının kaynağıdır. Newton tümevarımı kullanarak teorilerinin hipotetik statüsüne dair yapılan suçlamalardan kaçınmaya çalışır.²¹⁸

Newton'un *hipotetik* terimi ile kastettiği şey büyük oranda Descartesçi *Vertex* teorisi ve klasik kozmoloji teorileridir. Newton için bir teorinin sonuçlarının ölçülebilir mahiyeti haiz olması gerekmektedir ve kendi teorileri bu anlamda hipotetik değildir çünkü ölçülebilirlerdir. Newton için bir teorinin bilimsel sayılabilmesi, onun matematiksel olarak formüle edilebilmesiyle ilgilidir.²¹⁹ Diğer bir deyişle Newton için bir “neden” varsayımının hipotez olmamasının şartı, matematiksel olarak yeniden üretilebilmiş olmasıdır. *Principia*'nın üçüncü kitabına yazdığı *General Scholium*'da Newton şöyle der:

Şimdiye dek, fenomenlerden çekim kuvvetinin niteliklerinin (fiziksel) nedenini keşfedemedim ve ben hipotezler uydurmam (*hypotheses non fingo*); fenomenlerden çıkarsanmayan her şey hipotezdir ve hipotezlerin metafiziksel veya fiziksel olsun, okült nitelikte veya mekanik nitelikte olsun deneysel felsefede yeri yoktur. Bu felsefede özel önermeler fenomenlerden elde edilir ve tümevarım ile genelleştirilir. Sonuçta, nüfuz edilemezlik, hareket edebilirlik, cismin tepkisel kuvvetleri, hareket yasaları ve çekim kuvveti keşfedilmiştir. Bize göre bunlar, çekim kuvvetinin gerçekliği için yeterlidir ve yasada belirlenen eyleme göre de bütün göksel hareketler ve denizlerin hareketleri açıklanır.²²⁰

Newton için hipotez demek, fenomenlerden çıkarsanmayan, bütünüyle hayal gücünün ürettiği iddialardır; bu nedenle “ben hipotezler uydurmam” der. Newtoncu anlamda hipotezin en önemli özelliği, genel ilkedен yapılan tikel çıkarımın deneyle denetlenemez oluşunda ortaya çıkar. Descartes'ın *Vertex* teorisi böyle bir hipotezdir. Bu nedenle Newton *Principia*'nın girişinde, kendi teorisinin matematiksel bir teori

²¹⁸ Bechler, *Newton's Physics*, 351-352.

²¹⁹ Gower, *Scientific Method*, 72.

²²⁰ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 547.

olduğunu ifade ederek, matematiksel kuvvetlerin fiziksel kuvvetler olarak düşünülmemesi gerektiğini ifade eder:

Aynı şekilde çekimleri ve itimleri (*attractions and impulses*), ivmelenme ve itkiyi (*motive*) veya merkeze yönelik her tür eğilimi, fark gözetmeksizin matematiksel kuvvetler olarak düşünüyorum ama fiziksel kuvvetler olarak düşünmüyorum... Hiçbir yerde bu tarz eylemleri fiziksel nedenler olarak görmüyor, bu kuvvetleri belirli merkezlere, fiziksel anlamda atfetmiyorum.²²¹

Newton *Opticks*'te ise şöyle der:

Çekim kuvvetlerinin nasıl çalıştığıyla burada ilgilenmiyorum. Çekim kuvvetleri bilinmeyen bir şeyin itkisi ile gerçekleşiyor olabilir. Bu sözcüğü sadece genel olarak, nedeni ne olursa olsun, bir cismin diğerini çekmesi anlamında kullanıyorum. Çekimin nedeni ile ilgili araştırma yapmadan önce doğal fenomenlerden bir cismin diğerini çektiğini, çekimin yasalarını ve özelliklerini öğrenmeliyiz.²²²

Newton, inşa etmiş olduğu hayali-matematiksel modelin en önemli unsuru olan kuvvetlerin fiziksel nedenler olmadığını, ama fiziksel nedenlerin doğada gördüğü işlevi, kendi çizmiş olduğu matematiksel doğa resminde kuvvetlerin gördüğünü ima eder. Newton, fiziksel nedenlerin mahiyetlerini ortaya koyduğunu iddia etmez ve eleştirmenlerini, gerçeklik ile gerçekliğin işlevsel modeli arasında ayırım yapamamakla suçlar.

Gözlemlenebilir alandaki (mahsûs) sonuçların nedenleri gözlemlenemez (makûl) alandadır; bu nedenle göreceli alan mutlak alana bağlıdır. Gözlemlenebilir alandaki bir olgunun, gözlemlenemez alandaki nedeni bilinmiyorsa, olgu da bilinmiyor demektir. Ama bir olgunun nedeninin, gerçekte ne olduğundan hiçbir zaman kesin olarak emin olunamaz; yani sonuçlardan hareketle yapılacak soyutlamalar her zaman hipotetik olmak zorundadır. Newton bunun bilinciyle fiziksel nedenler hakkında bir şey söylemekten kaçınır ve sadece matematiksel nedenleri doğru (burada doğruluk, Baconcu çizgide işlevsellik anlamındadır) olarak tespit ettiğini iddia eder.

²²¹ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 5-6.

²²² Aktaran Roderick W. Home, "Newton's Subtle Matter: The Opticks Queries and the Mechanical Philosophy," *Renaissance and Revolution: Humanists, Scholars, Craftsmen and Natural Philosophers in Early Modern Europe*, ed. J.V. Field and F.A. James (Cambridge: Cambridge University Press, 1993), 196.

1.4.6. Bacon'ın Newton Üzerindeki Etkisi

Newton hiçbir zaman Bacon'a açık bir şekilde atıf yapmamıştır ama Newtoncu parçalı genelleştirmelerin dikkatli bir birikimi anlamında tümevarım tekniği üzerinde Bacon'ın büyük bir etkisi vardır.²²³ Bacon'a göre tikellerden tümellere doğru asla gidilmemelidir; tikellerden orta derece aksiyomlara (*medial axioms*) parçalı genelleştirmelerle gidilmelidir. Orta dereceli aksiyomlar kısmi genelleştirmelerdir; çünkü sınırlı sayıda tikeller kümesine dayanır. Daha sonra kısmi genel aksiyomlar tek bir ilke olan tümelde birleştirilmelidir. Son olarak elde edilen en genel aksiyomdan çıkarılan sonuçlar test edilerek düzeltmeler yapılmalıdır.²²⁴

Bacon'ın tümevarım yöntemi, fenomenlerden elde edilen duyusal deneyim ile başlar. Daha sonra bu veriler tablolara dökülür ve orta derece aksiyomlar elde edilecek şekilde kısmi genelleştirmeler yapılır. Bacon üç tür tablo kullanır: 1) Özler ve mevcutlar tablosu (*essence and presence*); 2) yokluk derece tablosu (*absence of degrees*); 3) karşı örnekler tablosu (*counter instances*). Bu tablolardan elde edilen düşük dereceli aksiyomlardan hareketle daha genel aksiyomlar, formların bilgisi ya da diğer bir deyişle temel doğa yasaları elde edilir.²²⁵

Orta dereceli aksiyomlar, fenomenler ile formlar arasındaki ilişkiyi sağlayan araçlardır. Bu nedenle tikellerden tümellere geçerken orta dereceli aksiyomlar kullanılır. Keşfedilen en genel nedenlerin, doğadaki formların bilgisi olduğunun garantörü işte bu orta dereceli aksiyomlardır. Newton bu şemada orta dereceli aksiyomları, aynı Bacon gibi ayıklamalı bir analiz yöntemi kullanarak, ama şeyleri niteliksel yönleri ile değil niceliksel yönleri ele alarak oluşturur. Elde ettiği orta dereceli aksiyomlardan, yani ilişkilerden daha sonra yaptığı ikincil bir soyutlama ile en genel doğa yasalarına ulaşır. Buna göre oluşturulan merkezi ivmelenme ($a = \frac{v^2}{r}$) ya da serbest düşme ($d = \frac{1}{2}a(\Delta t)^2$) yasaları, ikinci dereceden elde edilmiş olan aksiyom ve tanımlar arasındaki ilişkiyi (hız, ivme ve alınan yol arasındaki niceliksel ilişki), fenomenden orta dereceli aksiyomlara, orta dereceli aksiyomlardan

²²³ Antonio Pérez-Ramos, "Bacon's Legacy," *The Cambridge Companion to Bacon*, ed. Markku Peltonen (Cambridge: Cambridge University Press, 1996), 319.

²²⁴ Steffen Ducheyne, "Bacon's Idea and Newton's Practice of Induction," *Philosophica* 76 (2005), 116-117.

²²⁵ Ducheyne, "Bacon's Idea and Newton's Practice of Induction," 118-119

matematiksel ilişkilere yapılan soyutlamalarla elde edilmiştir. Bir sonraki adımda Newton, elde edilmiş olan matematiksel ilişkileri, kendi içlerinde yeniden ilişkilendirmiş ve Bacon'ın söylediği gibi en genel aksiyoma ya da forma ulaşmıştır: Evrensel çekim yasası.

1.4.7. Deneysel Yöntemde Analiz ve Sentez

Grek felsefesinde analitik yöntem (kısaca analiz veya çözümleme) bir keşif yöntemi veya problem çözme yöntemi anlamında kullanılmıştır. Analizde araştırılan şey, sanki ona ulaşılmış gibi hareket noktası olarak alınır; sonra adım adım bilinene ulaşıncaya kadar geriye gidilir. Sentetik yöntemde (kısaca sentez ya da birleştirme) ise bilinenden hareket edilir; daha sonra sonuçlar boyunca yapılan araştırma ile aranan şeye ulaşılır. Öklid geometrisinin aksiyomatik ve tümdengelimli yapısı, sentetik yöntem için bir modeldir.²²⁶ Newton *Opticks*'te şöyle der:

Matematikte ve dolayısıyla doğa felsefesinde analiz yöntem araştırması, sentez yöntemi ile devam etmelidir. Bu analiz, deney ve gözlem yapmayı ve tümevarım ile sonuçları genelleştirmeyi içerir. Sonuçlara yapılan itirazlar eğer başka deneylerden veya kesin doğrulardan hareket etmiyorsa ciddiye alınmamalıdır. Hipotezlerin deneysel felsefede yeri yoktur. Deney ve gözlem sonuçlarının tümevarım ile genelleştirilmesi, her ne kadar genel sonuçların ispatı olmasa da, şeylerin doğasını araştırmanın ve tartışmanın en iyi yoludur... Analiz, mürekkep olandan yalın olana, hareketten kuvvete, yani sonuçlardan nedenlere doğru yapılan harekettir... Sentez, nedenleri keşfedilmiş ve inşa edilmiş ilkeler olarak varsaymayı içerir; bu nedenlerle, onların sonuçları olan fenomenler açıklanır ve açıklamalar ispatlanır.²²⁷

Newton için analiz, mürekkep olandan yalın olanı, idealize ederek elde etme sürecidir ve bu nedenle tümevarım yöntemiyle yapılır; çünkü çoklukta müşterek olanı bulmayı amaçlar. Sentez ise, analiz ile ulaşılmış olan yalın nedenlerden (kuvvetlerden) tikel fenomenlere dair yapılan çıkarımları, yani tümdengelim yöntemini içerir. Yine *Opticks*'in 1706 tarihli ilk baskısında Newton şöyle der:

Analitik yöntem (analiz), deney yapmak ve fenomenleri gözlemlemektir; buradan hareketle akli mürekkep şeylerden yalın şeyleri çıkarır. Hareketten, hareket ettirici

²²⁶ Niccolo Guicciardini, "Analysis and Synthesis in Newton's Mathematical Work," *The Cambridge Companion to Newton*, ed. I. B. Cohen and G. E. Smith (Cambridge: Cambridge University Press, 2004), 308.

²²⁷ Aktaran Cohen, *The Newtonian Revolution*, 12-13.

kuvvetlerden ve genel olarak sonuçlardan onların nedenlerini elde eder. Tikel nedenlerden genel nedenlere ulaşır. Bu işlem en genel olana ulaşınca kadar devam eder.²²⁸

Görüleceği üzere Newton analiz terimi ile tümevarımsal bir süreci, sentez terimi ile tümdengelimsel bir süreci anlar. Diğer bir deyişle analiz ile Bacon çizgisine raptolduğunu söyleyen Newton, sentez ile Öklidçi anlamda tümdengelim, yani kadim geometrik yöntemle eklemlendiğini ifade eder. Bu yöntemsel sentezde Newton, Huygens'in hipotetik tümdengelim yöntemini, içindeki Descartesçi unsurları arındırarak yeniden kurar ve adına “deneysel yöntem” der.

1.5. Değerlendirme

Bacon'dan Newton'a uzanan süreçte yapılan yöntem tartışmasının ulaştığı sonuç, doğanın duyulara kapalı alanında matematiksel formda yasaların bulunduğu, bu yasaların keşfedilmesinin ancak, bu yasaların duyusal alanda neden oldukları sonuçlardan hareketle gerçekleştirilebileceği inancıdır. Bu sonuçların niteliksel yönleri niceliksel matematiksel formlara indirgenmeli ve bu şekilde hayali matematiksel bir doğa resmi çizilmelidir. Çizilen resim, görünmez yasaların mahiyetleri hakkında herhangi bir şey söyleme iddiası taşımamaktadır; dolayısıyla görünmez alana dair yapılan spekülasyonlar yeni bilimin dışındadır. Görünmez alandaki güçlerin fenomenal alanda ortaya çıkardığı sonuçlardan hareketle, bu nedenlerin nicelikleri araştırma konusu olabilir. O halde fizik, şeyleri her ne iseler o yapan şeyi, Aristotelesçi çizginin form dediği şeyi incelememektedir; o güç her ne ise bilinemezdir; bilinebilir olan o gücün fenomenal alanda ortaya çıkardığı sonuçlardır. Bu sonuçlarla etkin güçler arasında zorunlu bağlantılar kurmanın hiçbir meşruiyeti yoktur. Yeni fizik, tıpkı klasik *tekhne* gibi nedenlerle ilgilenmemekte, postula edilen bazı doğal güçlerin fenomenal alanda ortaya çıkardıkları düzenliliklerin nasıl gerçekleştiğini matematiksel olarak tasvir etmeye çalışmaktadır. Bu düzenliliklere fenomenal doğa yasaları denir; fenomenal doğa yasaları istatistiksel genellemelerdir ve bu nedenle zorunlu değildir.

²²⁸ Aktaran Bechler, *Newton's Physics*, 361.

Bu resimden hareketle yapılan olgusal açıklamalar da her daim ihtimali kalmak²²⁹ (Duhem'in tabiriyle *saving the phenomena*²³⁰) durumundadır. Bilginin kesinliğinin ortadan kalktığı bir noktada bilginin değeri, onun işlevselliği ile doğru orantılı olacaktır. Bu ise bilim ile *tekhnenin* özdeşleşmesi, yani fiziğin mekaniğe indirgenmesi anlamına gelir. Yeni fizik ile klasik mekanik arasındaki fark ise Newton dinamiğidir. Tezin ikinci bölümünde klasik çerçeve ile modern çerçeve arasındaki farklar ortaya konularak Newtoncu dinamiğin unsurları ele alınacaktır.

²²⁹ İshak Arslan, *Çağdaş Doğa Düşüncesi* (İstanbul: Küre Yayınları, 2011), 22; ve ayrıca bkz: Cushing, *Fizikte Felsefi Kavramlar 1*, 55.

²³⁰ Pierre Duhem, *To Save the Phenomena: An Essay on the Idea of Physical Theory from Plato to Galileo*, trans. Edmund Dolan and Chaninah Maschler (Chicago: University of Chigaco Press, 1969).

2. METAFİZİKSEL DÖNÜŞÜM

Bu bölümde, on yedinci yüzyıl yeni doğa felsefesinin doğuşunun temelinde duran niteliksel hareketin niceliksel harekete indirgenmesi olgusunu belirleyen ve onun tarafından belirlenen metafizik tartışmalar ele alınacaktır. Yeni fiziğin matematik diliyle konuşan evreninin mekanik işleyişi varsayımı, ontolojik temel olarak madde teorilerini ve madde teorileriyle matematiksel mekanizmalar arasında köprü vazifesi gören uzay, kuvvet ve doğa yasası kavramlarını belirlemiş ve onlar tarafından belirlenmiştir.

Bu bölüm boyunca her başlıkta, ilk olarak on yedinci yüzyıl doğa felsefesinin tevarüs ettiği birikim ortaya konulacaktır. Daha sonra bu birikimin yeni doğa felsefesinin oluşunda nasıl bir fonksiyon icra ettiği tartışılacaktır. İlk olarak yeni doğa felsefesine ontolojik temel teşkil eden madde teorileri ve bunların fizik ile ilişkisi ele alınacaktır; daha sonra madde teorileri ile süreçleri tasvir eden mekanik modeller arasındaki teorik köprüler olarak uzay, kuvvet ve doğa yasası kavramları üzerine tarihsel ve kavramsal bir soruşturma yapılmaya çalışılacaktır.

2.1. Madde Kavramı

Yeni doğa felsefesinin madde teorileri bütünüyle varsayımsaldır-metafizikseldir; Aristotelesçi madde teorisine alternatif olmak ve mekanik bir evren tasavvuruna hizmet etmek kaygısıyla üretilmişlerdir. Mekaniğe indirgenmiş fiziğin zorunlu olarak ihtiyaç duyduğu bir fizikontolojik temel değildir. Meinel'in ifade ettiği gibi on yedinci yüzyıl madde teorileri empirik temellerden yoksun olduğundan maddi

nitelikleri ve süreçleri anlamak için zorunlu olarak verimli teoriler değildir.²³¹ Meinel, ilgili makalesinde tartışmış olduğu altı tip empirik analiz biçiminden atomculuğun temellendirilemeyeceğini, elde edilen deneysel sonuçların yetersiz olduğunu ifade eder. Damıtma, buharlaşma, kristalleşme gibi fenomenler maddenin bir yerden başka bir yere transfer edildiğini gösterir ama bu maddenin parçacıklı ya da atomlu yapısına yönelik hiçbir kanıt sağlamaz. Işık, manyetizma ya da statik elektriğe yönelik atomcu argümanlar antik Grek mirasını yansıtır ve atomcu teoriyi destekler mahiyette değildir. Yoğunlaşma ve seyrelmeye yönelik atomcu çözümler, atomlar arası etkileşimin nasıl gerçekleştiğine yönelik ikna edici argümanlar ortaya koymaz. Şu halde atomcu teori pratik ve açıklayıcı amaçlara hizmet eder, deneysel verilerle uyumludur ama onlardan çıkarsanamaz.²³²

On yedinci yüzyıl doğa filozofları, mekanik teorileri ile madde teorilerini ayrı olarak ele alıp daha sonra bunları sentezlemeye çalışmışlardır. Örnek olarak Descartes, bir taraftan akışkanların zemine uyguladığı basıncı matematiksel olarak modellemeye çalışırken, diğer taraftan bu basıncın *vortexten* kaynaklandığını iddia etmiştir.²³³

Bu bölümde, on yedinci yüzyıl öncesindeki madde teorileri, on yedinci yüzyıldaki tartışmalar bağlamında ele alınacak, daha sonra sırasıyla Descartesçi, Gassendist ve Newtoncu madde teorileri ile on yedinci yüzyıl doğa felsefelerinin “madde” kavrayışları ortaya konulmaya çalışılacaktır.

2.1.1. Klasik Felsefi Sistemlerin Madde Teorileri

Antik Grek uygarlığından on yedinci yüzyıl Avrupa’sına kadar olan dönemde yapılan en önemli tartışmalardan biri de maddenin doğası tartışmasıdır. Platon ve Aristoteles gibi formalistlere göre madde pasiftir ya da saf potansiyel olandır; bu

²³¹ Christoph Meinel, “Early Seventeenth-Century Atomism: Theory, Epistemology and the Insufficiency of Experiment”, *The Scientific Enterprise in Early Modern Europe: Reading from Isis*, ed. Peter Dear (Chicago: The University of Chicago Press, 1991), 176-177.

²³² Meinel, “Early Seventeenth-Century Atomism: Theory, Epistemology and the Insufficiency of Experiment”, 209-210.

²³³ Gaukroger, *Descartes’ System of Natural Philosophy*, 95-96.

nedenle onu aktüel kılacak (nihai amacına doğru hareket ettirecek), maddeye içkin veya maddeyi aşkın olan aktif bir ilkeye ya da forma ihtiyacı vardır.²³⁴

Platon kendi madde teorisini *Timaios* isimli eserinde ortaya koyar. Platon için gerçek ezeli-ebedi, hareketsiz ve akledilebilirdir; duyusal dünya ise bu sonsuz imgenin hareket eden gölgesidir.²³⁵ Platon bu eserde iki yaratılış hikâyesi anlatır. İlkinde iki bileşene odaklanır: Akledilir desen ve onun duyulur kopyası.²³⁶ Sonra başa döner ve hikâyeyi üçüncü bir bileşen ekleyerek tekrar anlatır. Üçüncü bileşen “akıl” ile birlikte çalışan “zorunluluk” (*necessity*),²³⁷ yaratıkların içinde üretildikleri kap²³⁸, duyulur formların damgalandığı madde²³⁹ olarak betimlenir. Bu üçüncü bileşen, idelerin üzerinde çalışarak değişen yaratıkları ürettiği pasif maddedir. Bu madde bütünüyle formsuzdur ama formları alma potansiyeli taşır. Bu maddeden ikizkenar, çeşitkenar ve dik üçgenlerden oluşturulmuş düzgün geometrik cisimlerle ilişkilendirilen, toprak, su, hava ve ateş olmak üzere dört unsur oluşturulur. Aynı üçgenlerin farklı geometrik cisimler oluşturması, madde türlerinin birbirlerine dönüşümü fikrinin temelini oluşturduğundan, Platon için maddenin nihai bölünmez yapıları üçgenlerdir.²⁴⁰

“Platoncu madde” genellikle bütün niteliklerden soyutlanmış ya da cisimleşme potansiyeli taşıyan şey olarak düşünülmüştür. Fiziksel cisim, geometrik yüzey ile çevrelenmiş, içinde boşluk olan, neredeyse uzayın bir parçası olan şeydir. Buna göre cismin davranışının nedeni, maddenin yapısı değil onun biçimidir. Bu çerçevede nasıl Pythagoras ile fizik, aritmetik olarak belirlenmişse, Platon ile birlikte fizik, geometri olarak belirlenir.²⁴¹

²³⁴ Micheal T. Walton, “Active Principle”, *Encyclopedia of the Scientific Revolutions: From Copernicus to Newton*, ed. Wilbur Applebaum (London & New York: Garland Publishing, 2000), 22

²³⁵ Platon, *Timaios*, çev. E. Güney ve L. Ay (İstanbul: Sosyal Yayınları, 2002), 37d.

²³⁶ Platon, *Timaios*, 29c-d.

²³⁷ Platon, *Timaios*, 47e-48a.

²³⁸ Platon, *Timaios*, 49a-b.

²³⁹ Platon, *Timaios*, 50e.

²⁴⁰ Platon, *Timaios*, 81b-d, ayrıca bkz: Sylvia Berryman, “Ancient Atomism”, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2011 Edition), ed. Edward N. Zalta, erişim 12.11.2015, <http://plato.stanford.edu/archives/win2011/entries/atomism-ancient/>, ve bkz: Koyre, *Bilim Tarihi Yazıları*, 24-25.

²⁴¹ Max Jammer, *Concepts of Space: The History of Theories of Space in Physics* (New York: Dover Publications, 1994), 14, ayrıca bkz: Hesse, *Forces and Fields*, 45.

Platon elementlere aynı zamanda geometrik formlar tahsis eder; piramid ateşin, küp toprağın sahip olduğu uzamsal biçimdir. Kübik form, harekete meyli en az olan elementtir ve bu nedenle en sabit ve durağan fazda olandır. “Doğal olarak” evrenin merkezinde toprak bulunur; tıpkı çekirdek gibi, katmanlar halinde diğer elementlerle bitişmiştir ve yukarıya doğru çıkıldıkça her katmandaki elementin harekete meyli artar. Elementlerin ağırlığı ve hafifliği ile birlikte hareket davranışlarını belirleyen şey form ve büyüklüktür; ya da daha açık olarak yüzeyi oluşturan elemental üçgenlerin form ve biçimlerindeki farklılıklardır. Madde ne kadar uzama indirgenirse, fizik de o kadar geometriye indirgenir. Buna göre cismin boyutlarıyla geometri, cismin hareketiyle astronomi ilgilenir.²⁴²

Metafizik isimli eserinde Aristoteles, “maddeden, ne belli bir niceliğe, ne niteliğe, ne de varlığı belirleyen diğer kategorilerden herhangi birine sahip olmayan şeyi anlıyorum”²⁴³ der. Her birincil töz, kendi amacına doğru, nihai aktüelitesine ulaşma adına hareket eder-değişir. Birincil tözün amacına ulaşma yolunda, birincil tözün maddesi bir engel olarak vardır. Madde, ancak form kendini bütünüyle aktüel kıldığı zaman büsbütün ortadan kalkar. Bu nedenle Aristoteles için salt aktüalite hiçbir madde içermez.²⁴⁴ En temel madde saf potansiyeldir ve aktüel olarak yoktur; herhangi bir formu alma kabiliyetine sahiptir ve formsuzluk olarak kavramsallaştırılabilir.²⁴⁵

Bir şeyi isimlendirdiğimizde onun başka bir şeyden geldiğini söylemiş oluruz. Odun toprak değildir ama topraktandır ve dünya başka bir şey değildir ama başka bir şeydendir. Bu şey her zaman potansiyeldir. Eğer ilk şey varsa, başka bir şeyden gelmiş olamaz, bu ilk maddedir (*prime matter*).²⁴⁶

Aristoteles için form doğal süreçteki aktif ilkedir. Bu gayr-ı maddi (*incorporal*) varlık, birincil tözleri hareket ettirir; oluş sürecindeki maddeyi şekillendirir; düzen verir (*kinesis*) ve yok oluşta madde üzerindeki kontrolü kaybeder (*pthora*). Aristoteles’e göre bu gayr-ı maddi aktif ilke bilinebilirdir; çünkü ortaya çıkardığı düzen rasyoneldir. Felsefi analiz onu keşfeder ve doğa filozofu onun ortaya çıkardığı

²⁴² Jammer, *Concepts of Space*, 16.

²⁴³ Aristotle, *The Metaphysics*, trans. Hugh Lawson-Tancred (London: Penguin Books, 1998), 1029a20.

²⁴⁴ Robin Collingwood, *The Idea of Nature* (Oxford: The Clarendon Press, 1945), 91-92.

²⁴⁵ Aristotle, *The Metaphysics*, 1029a11.

²⁴⁶ Aristotle, *The Metaphysics*, 1049a19.

sonuçları çalışır. Bu nedenle “nefs-form araştırması doğa felsefesi altına düşmelidir.”²⁴⁷ Aristoteles kendinden önceki materyalistleri, sadece maddi ve etkin nedenlere odaklandıkları için eleştirir. “Şimdi nedenler dört olur, doğa öğrencisinin görevi hepsini bilmektir; eğer o kendi problemini bu dördüne kadar geri götürebilirse, kendi bilimine uygun olan “niçin” açıklamasını elde eder.”²⁴⁸ Aristoteles sistemi, bütün oluş ve bozuluş sürecini madde ve harekete veya atom ve boşluğa indirgeyen atomcu teorilere karşı çıkmış, niteliksel olanın indirgenmesini eleştirmiştir.²⁴⁹

Aristoteles’in Platon’a yönelik eleştirisinin temelinde, matematiğin doğanın açıklanması için kullanılması vardır. Aristoteles için niteliğe ve harekete dair matematiksel bir teori geliştirilemezdir, çünkü sayı ve geometrik şekillerde hareket ve nitelik yoktur, çünkü madde yoktur. Öte yandan hareket açıklanamazsa, doğanın da açıklanması söz konusu olamayacaktır. Aristoteles’e göre “doğal varolanları, daima maddi olmalarından dolayı, harekte referans vermeden açıklayamaz veya tanımlayamayız.”²⁵⁰

Aristoteles’in Ortaçağ düşüncesindeki etkisinden dolayı, genelde, tikel cisimlerin madde (*hyle*) ve formdan (*morphe*) oluştuğu kabul edilmiştir.²⁵¹ Daha sonraki süreçte, Aristoteles’in bir ifadesine²⁵² dayanarak Aphrodisias, Themistus, Philoponus, özellikle İbn Rüşd olmak üzere İslam filozofları ve Skolastik şârihler tarafından, doğal şeylerde bir *minima naturalia* varsayılmıştır.²⁵³ *Minima naturalia* büyüklük, şekil ve hareket ile karakterize edilen atom değil, parçası olduğu bütünün niteliksel özelliklerini taşıyan en küçük parçasıdır. Aristoteles, atomculuğa ve Anaksagoras’a karşı eleştirisinde bölünebilirliğin doğal bir limiti olması gerektiğini, sonsuza kadar bölünebilirliğin “form”a zarar vereceği için, her bir tözün kendi karakteristik en

²⁴⁷ Aristotle, *De Anima: On the Soul*, trans. Mark Shiffman (Newburyport: Publishing R. Pullins Co., 2010), 403a, ayrıca bkz: Aristotle, *The Metaphysics*, 1026a4-5.

²⁴⁸ Aristoteles, *Fizik*, çev. Saffet Babür (İstanbul: YKY, 2012), 198a.

²⁴⁹ Catherine Wilson, “Matter, Mortality, and the Changing Ideal of Science”, *Scientia in Early Modern Philosophy: Seventeenth Century Thinkers on Demonstrative Knowledge from First Principles*, ed. T. Sorell, G. Rogers, J. Kraye (Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer, 2010), 36-37.

²⁵⁰ Aristotle, *The Metaphysics*, 1026a1-3.

²⁵¹ John Henry, “Matter”, *Encyclopedia of the Scientific Revolutions: From Copernicus to Newton*, ed. Wilbur Applebaum (London & New York: Garland Publishing, 2000), 621-622.

²⁵² Aristoteles, *Fizik*, 187b14-21.

²⁵³ Jasper Reid, *The Metaphysics of Henry More* (Dordrecht: Springer Science and Business Media, 2012), 39-40.

küçük parçası (*minima naturalia*) olması gerektiğini söyler.²⁵⁴ *Minima naturalia*, sadece matematiksel olarak değil, fiziksel olarak da bölünebilir ama bu yapıldığında, parça ait olduğu bütünün niteliklerini kaybeder.²⁵⁵ Tözler arasındaki dönüşüm üzerine çalışan Simyacılardan fikirleri ve Aristotelesçi gelenekte kavramsallaştırılan *minima naturalia* gibi açıklama biçimleri, Rönesans Avrupa'sında antik atomculuğa dönüş yapılmasına ve on yedinci yüzyıl mekanik felsefesinin madde teorilerinin ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır.²⁵⁶

Minima naturalia kavramının ortaya çıkması simya deneyleriyle ilgilidir. Demir ve sülfürün birlikte ısıtılması neticesinde ortaya çıkan karışım ne demirdir ne sülfür, şu halde form değişmiştir. Peki, en baştaki tözlere ne olmuştur? Yok mu olmuşlardır yoksa karışımın içinde midirler? Maddesiz form var olabilir mi? Bu sorulara cevap vermek için Skolastik Aristotelesçilik, cisimlerin teorik olarak sonsuza kadar bölünmesine rağmen, pratikte cismin formunun minimum boyutu olduğunu iddia etmiştir; *hylemorphic* özdeşlik bu minimum boyutun ötesinde bozulmaktadır. Bu nedenle, tüm cisimler doğal bir minimum boyuta sahiptirler. Dolayısıyla demir sülfür karışımında, içeriklerin ısı ile karışması her bir tözün *minima naturalia*'sını yok ederek yeni bir formda bu içeriği birleştirmekte ve yeni bir *minima naturalia* oluşmaktadır.²⁵⁷

Helenistik dönemin Stoa felsefesi, her şeyin birbiriyle bağlı olduğu bütüncül bir kozmos kavrayışına sahiptir. Evren, canlı varlıklarla analogi yapılarak elde edilen maddi canlı ruh (*vital spirit*) *pneuma* denen içsel ilke etrafında organize olmuş bir organizmadır. Antik atomculuk böyle içsel bir ilkesi olmayan bir resim teklif eder. Sambursky'ye göre bütün nitelikleri atomların büyüklük, şekil ve düzenlenişine indirgeyen atomculuğa karşı Stoacılık, bütün nitelikleri *pneumanın* gerilim, basınç ve dalgalanmalarına indirger.²⁵⁸ Atomcu evrende içsel bağlantılar, mutlak düzgün davranışlar sergileyen atomlar tarafından sağlanır. Bu modelde dışsal bağlantılar,

²⁵⁴ Eduard Jan Dijksterhuis, *The Mechanization of the World Picture: Pythagoras to Newton*, trans. C. Dikshoorn (New Jersey: Princeton University Press, 1986), 24.

²⁵⁵ Reid, *The Metaphysics of Henry More*, 39-40.

²⁵⁶ Berryman, "Ancient Atomism", ayrıca bkz: John Henry, *The Scientific Revolutions and the Origins of Modern Science* (New York: Palgrave, 2002), 70.

²⁵⁷ Henry, "Matter", 621-622.

²⁵⁸ Samuel Sambursky, *Physics of the Stoics* (London: Routledge and Kegan Paul Ltd. 1959), 1-40 ve 134-140.

Stoacı modelde içsel ilkenin gördüğü işlevi görür.²⁵⁹ Stoacı ve atomcu çerçevede, belli bir tasvir seviyesinde, evrendeki her şey her şeyle ilişkilidir; dolayısıyla nedensel zincire bağlanmayan bir sonuç olamaz. Açıklamalar nedenlerdir; her neden bir sonuç gerektirir çünkü hiçbir şey kendinin nedeni olamaz. Bir sonucun varlığı için neden gerek ve yeter koşuldur. Stoacılar, olaylar arasındaki içsel bağlantının, bedendeki organlar arasındaki bağlantıya benzediğini varsayarlar. Atomculuk için atomlar bu anlamda birbirlerinden bağımsızdırlar. Stoacılar için şeyler doğalarına göre farklı davranırlar; atomcular için şeylerin bireysel doğaları yoktur. Bireysel doğaların olmadığı durumda bekleneceği gibi, şeyler bütünüyle homojendirler, bu nedenle temel davranışları aynıdır.²⁶⁰

Atomculuk, antik Grek’de ortaya çıkan, görünen gerçekliğin (fenomenlerin-makro yapının) nihai doğasının, özsel nitelikleri büyüklük, şekil ve hareket (Epicuros için bir de ağırlık) olan bölünemez birimlerin (atomların-mikro yapının) boş uzayda etkileşimiyle (çarpışma, kenetlenme) oluştuğunu iddia eden ve doğada herhangi bir gayr-ı maddi (*incorporal-immaterail*) unsurun (aktif ilkenin-*active agent*) varlığını reddeden metafizik tezin adıdır. Atomculuk sadece maddenin doğasına yönelik bir tez değildir, her türlü büyüklüğün sonsuza kadar bölünebileceği iddiasının tersine, her türlü büyüklüğün (geometrik uzam, zaman gibi) bölünmez birimlerden oluştuğunu iddia eder.²⁶¹

Ortaçağ boyunca antik atomculuğun bazı yönleri, Aristoteles’in eleştirileri bağlamında biliniyordu. Fakat 1417 yılında keşfedilen²⁶² ve 1473 tarihinden itibaren etkisini gösteren Romalı şair Lucretius’un Epicuros felsefesini anlattığı *De Rerum Natura* isimli kitap ile Avrupa düşüncesi antik atomculuğu birinci elden tanıma fırsatı kazanır. Kitap ateizmin savunuculuğunu yapmasından dolayı uzun süre

²⁵⁹ Stephen Gaukroger, “The Unity of Natural Philosophy and the End of Scientia”, *Scientia in Early Modern Philosophy: Seventeenth Century Thinkers on Demonstrative Knowledge from First Principles*, ed. T. Sorell, G. Rogers, J. Kraye (Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer, 2010), 25.

²⁶⁰ Gaukroger, “The Unity of Natural Philosophy and the End of Scientia”, 25-26, ayrıca bkz: Sambursky, *Physics of the Stoics*, 7-38 ve bkz: Hesse, *Forces and Fields*, 76-77.

²⁶¹ Berryman, “Ancient Atomism”.

²⁶² Reid, *The Metaphysics of Henry More*, 39-40.

görmezden gelinmiştir. İlk defa Pierre Gassendi tarafından ciddi bir şekilde ele alınmıştır.²⁶³

Lucretius *De Rerum Natura* isimli eserinde, doğanın her şeyi en küçük bileşenlerine ayırdığını ve bu en küçük bileşenlere ayırma işleminin bir sınırının olması gerektiğini, aksi takdirde her şeyin hiçliğe kadar parçalanıp yeni şeyler oluşturamayacaklarını ifade eder: “Öğeler yok edilir nitelikte olsalardı; yitip giderdi nesneler de birdenbire.”²⁶⁴ Bu nedenle tüm değişen nitelikleri taşıyan değişmez bir yapı (töz) olmalıdır: “Hiç değilse biri değişmez kalmalı temelde; her şey hiçliğe indirgenirdi yoksa.”²⁶⁵ Bu değişmez yapılar bölünmez olmalıdır: “Böyle temel parçalar olmasaydı, sonsuza dek sürüp giderdi bölünme; bütün bir evrenle en ufak temel parçanın ne ayrımı kalırdı?”²⁶⁶

Antik atomculuk bir Tanrı postulasına sahip değildir: “Hiçten hiçbir şey yaratılamaz Tanrısal güçle bile.”²⁶⁷ Antik atomculuk değişimin-hareketin makulleştirilebileceği bir şema sunar. Eğer şeyler ve nitelikler yoktan çıkıp yokluğa gidiyorsa, değişimin sabit olmadığı bir doğadan söz ediliyor demektir. Hiçten hiçbir şey yaratılmıyorsa, o halde görünüşteki niceliksel ve niteliksel değişim, yok edilemez atomların geometrik düzenlenişleriyle açıklanmalıdır. Buna göre tüm duysal değişim bir yanılsamadır; gerçekte varolan yalnızca hareket halindeki atomlardır. Bu ayrım birincil ve ikincil nitelikler ayrımını ortaya çıkarır.²⁶⁸

Aristotelesçi madde teorisinin yerine geçen ve on yedinci yüzyıl mekanik felsefelerin madde teorileri olan *corpuscularism* ve atomculuk teorileri, bir şeyin ancak yerel olarak ve temas ederek etki edeceği biçimindeki antik atomcu ve Aristotelesçi neden-hareket fikrini, bütün doğal fenomenler için ortak olan nedensellik seviyesi fikri ile, diğer bir deyişle mikro atomsal-*corpuscular* çarpışma-kenetlenme seviyesi fikri ile yeniden yorumlar.²⁶⁹ Bu model, Aristotelesçi modelin aksine, tüm fiziksel sistemin hareketini biçimlendiren nedensel etkileşimin mikro seviyesi ile makro seviyesini

²⁶³ Henry, “Matter”, 623.

²⁶⁴ Lucretius, *De Rerum Natura*, çev. Tomris ve Turgut Uyar (İstanbul: Hürriyet Yayınları, 1974), 20.

²⁶⁵ Lucretius, *De Rerum Natura*, 40.

²⁶⁶ Lucretius, *De Rerum Natura*, 34.

²⁶⁷ Lucretius, *De Rerum Natura*, 18.

²⁶⁸ Jonathan Power, *Philosophy and the New Physics* (London and New York: Routledge, 1985), 33.

²⁶⁹ Richard S. Westfall, “Mechanical Philosophy”, *Encyclopedia of the Scientific Revolutions: From Copernicus to Newton*, ed. Wilbur Applebaum (London & New York: Garland Publishing, 2000), 639.

aynı ontolojik seviyede birleştirir. Ortak nedensellik fikri, ideal olarak, küçük sayıda bütünüyle niceliksel olan yalın birincil niteliklerin (madde ve hareket) ve sadece bu niteliklere sahip parçacıklar arasındaki etkileşimin makro düzeyde ikincil (duyusal) nitelikleri oluşturduğunu varsayar.²⁷⁰

2.1.2. Modern Felsefi Sistemlerin Madde Teorileri

Erken modern dönemde ortaya çıkan çeşitli madde teorilerinin hepsi, maddenin görülemeyecek denli küçük, bazı teorilerde özdeş, bazılarında büyüklük, şekil, ağırlık veya hareketlerine göre değişen, bazılarında bölünmez bazılarında sonsuza kadar bölünebilen parçacıklardan oluştuğunu varsayar.²⁷¹

Atomcu ve *corpuscularist* doktrinler temelde fiziksel teorilerin dayanacağı ontolojiler olarak tasarlanmışlardır. Bu ontolojik tasarımlar da doğayı mekanik olarak işleyen bir yapı olarak görmeyi gerektirir.²⁷² Mekanik felsefeler diye betimlenen bu fiziksel teorilerin en temel varsayımları şu şekildedir: Fenomenal nitelikler ve olaylar, parçacık düzeyinde gerçekleşen atomsal-*corpuscular* etkileşimlerce yaratılır; madde homojendir, bu nedenle mikro mekanizma ve makro mekanizma özdeştir²⁷³ ve aynı yasalılığa tâbidir; doğada akıllar, formlar, ruhlar, aktif ilkeler ya da okült güçler yoktur.²⁷⁴

Bu bölümde on yedinci yüzyılın en etkili *corpuscularist* madde teorisi olan Kartezyen teori ile yine en etkili atomcu madde teorisi olan Gassendist teori ele alınacaktır. Çünkü Descartes kıtada, Gassendi ise İngiltere’de yeni doğa felsefesinin madde teorilerini belirlemişlerdir.²⁷⁵ Daha sonra Newtoncu madde teorisi ele alınacaktır. *Corpuscularist* ve atomcu madde teorilerinin hareket teorileri (fizik) ile birlikte ele alınmasının nedeni, madde teorilerinin hareket teorisine meşruiyet verecek şekilde ve ona bağlı olarak oluşturulmalarından kaynaklanmaktadır.

²⁷⁰ Gaukroger, “The Unity of Natural Philosophy and the End of Scientia,” 27, ayrıca bkz: Henry, *The Scientific Revolutions and the Origins of Modern Science*, 69-70.

²⁷¹ Saul Fisher, “Atomism”, *Encyclopedia of the Scientific Revolutions: From Copernicus to Newton*, ed. Wilbur Applebaum (London & New York: Garland Publishing, 2000), 90

²⁷² Fisher, “Atomism”, 90.

²⁷³ Westfall, “Mechanical Philosophy”, 639.

²⁷⁴ Catherine Wilson, *Epicureanism at the Origins of Modernity* (New York: Oxford University Press, 2008), 60, ayrıca bkz: Catherine Wilson, “Matter, Mortality, and the Changing Ideal of Science,” 38.

²⁷⁵ Henry, “Matter”, 624.

2.1.2.1. Kartezyen Fizik ve Madde Teorisi

Descartes için doğa, duyularımızla algıladığımız gibi değildir; diğer bir deyişle duyuşal nitelikler nesnelere ait değildir; duyularımıza çarpan madde parçacıkları duyuşal algıya yol açarak duyuşal niteliklerin gerçekten var olduğu yanılsaması yaratırlar.²⁷⁶ Örnek olarak sıcaklık, parçacıkların hızlı hareket etmelerinden, soğukluk ise yavaş hareket etmelerinden kaynaklanır; dokunduğu şeye zarar verecek hızda hareket eden parçacıklar yanmaya, daha yavaş hareket ise ılıklik hissine neden olur.²⁷⁷ Buna göre birincil nitelikler, mekanik-geometrik niteliklerdir ki bunlar fiziksel cisimlerde içkindir; ikincil nitelikler ise duyuların dış dünya ile etkileşimi sonucu oluşan öznel algılardır.²⁷⁸

Descartes birincil (*primary*) niteliklerin geometrik nitelikler olduğunu ve nesnelerde doğal olarak bulunduğunu söyler. İkinci meditasyonda balmumu örneğini vererek sabit olanın sadece uzam, esneklik ve hareketlilik olduğunu, esnekliğin tüm nesnelerin ortak özelliği olmadığını, sadece uzam ve hareketliliğin nesnelerin birincil nitelikleri olarak kabul edilmesi gerektiğini iddia eder. Peki Descartes niçin renk ve direnç gibi özellikleri birincil nitelikler olarak kabul etmez? Zira doğada değişen oranlarda da olsa bütün nesneler renk ve direnç özelliklerine sahiptir. Burada Descartes'ın gerçeklik kriteri devreye girer; zira Descartes için gerçeklik kriteri kalıcılık (*permanence*) değil matematikselliktir. O halde ikincil nitelikler matematiksel olarak ele alınamayan özelliklerdir.²⁷⁹

Kartezyen felsefe için doğa son tahlilde maddedir ve bu madde saf geometrik karakterli uzam (*Res Extansa*) ile aynı şeydir. Bu tözün özü de (özel niteliği) harekettir. Dolayısıyla cismin niteliklerindeki herhangi bir değişim, madde parçacıklarının büyüklük, şekil ve hareketinin bir fonksiyonudur.²⁸⁰ Fizik, o halde, uzamın hareketini inceleyen bilimdir; geometriden tek farkı, fiziksel formlar hareketlidir.²⁸¹ Bu şekilde Descartes doğayı, yanıltıcı duyu algısının (*perception*)

²⁷⁶ Descartes, "İlk Felsefe Üzerine Meditasyonlar", 189.

²⁷⁷ Westfall, "Mechanical Philosophy", 637-638.

²⁷⁸ Descartes, "Principles of Philosophy", 224-288.

²⁷⁹ Burt, *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*, 109-110.

²⁸⁰ Gaukroger, *Descartes' System of Natural Philosophy*, 21.

²⁸¹ Dijksterhuis, *The Mechanization of the World Picture*, 406-407 and 431-432, ayrıca bkz: Burt, *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*, 111-112.

öznel dünyasından, katı ve düzenli (*uniform*) matematiksel bir dünyaya dönüştürür. Geleneksel form ve niteliklerden arındırılmış bu dünyada ise madde ve onun hareketinden başka bir şey yoktur; ya da madde uzay demek olduğuna göre, hareketten başka bir şey yoktur.²⁸² Özsel bir hiyerarşi olmadığı için de evren homojen, sonsuza kadar bölünebilen, nüfuz edilemez, aralarında boşluk olmayan parçacıklardan oluşur.²⁸³

Descartes, uzayın en, boy ve derinliklerini düzenli olarak dolduran mükemmel derecede katı, nüfuz edilemez parçacıkların (*corpuscles*) üç tür olduğunu düşünür. Birincil element (*subtle matter*) aydınlık-ışıklı, ikincisi (*celestial matter*) saydam ve üçüncüsü (*tertiary matter*) mattır (ışık geçirmez).²⁸⁴ Descartes için Tanrı'nın latif maddeye (yıldızları oluşturan *subtle matter*) yaratılışın ilk aşamasında yüklemiş olduğu *impetus*, bütün doğal fenomenleri yaratan nihai ve fenomenlerin açıklamalarının yeter nedendir.²⁸⁵

Üçüncü derece parçacıklardan oluşan uzam-maddeler arası boşlukları ikinci dereceden parçacıklar, onun da arasındaki boşlukları birinci dereceden parçacıklar doldurur. Maddenin niceliği, üçüncü derece parçacıkların toplam hacmi ile ilgilidir. Descartes için gerçek hacim, gözlemlenen hacim ile üçüncü derece parçacıkların arasına giren ikinci derece parçacıkların farkına eşittir. Doğadaki tüm değişim, Descartes'ın formüle ettiği üç doğa yasasına tabi bir şekilde hareket eden ve düzenlenen üç parçacık tarafından oluşturulur.²⁸⁶ Bu yasaların ilki, maddede gerçekleşen tüm değişimlerin dışsal kaynaklı olduğunu, parçacığın hareketini değiştirecek herhangi bir etki olmadığı müddetçe durumunu muhafaza edeceğini ifade eder. İkinci yasa, daha sonra momentumun korunumu olarak adlandırılacak

²⁸² Daniel Garber, "Descartes' Physics", *The Cambridge Companion to Descartes*, ed. John Cottingham (New York: Cambridge University Press, 1992), 287-288, ayrıca bkz: Reid, *The Metaphysics of Henry More*, 41; ayrıca bkz: Alexandre Koyré, *From Closed World to Infinite Universe* (Baltimore: Jhon Hopkins University Press, 1957), 110-101.

²⁸³ Dijksterhuis, *The Mechanization of the World Picture*, 409.

²⁸⁴ Domenico Bertoloni Meli, *Thinking with Objects: The Transformation of Mechanics in the Seventeenth Century* (Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2006), 157, ayrıca bkz: Garber, "Descartes' Physics," 288-290.

²⁸⁵ Walton, "Active Principle," 22, ayrıca bkz: Home, "Newton's Subtle Matter," 195.

²⁸⁶ Gaukroger, *Descartes' System of Natural Philosophy*, 13; Dijksterhuis, *The Mechanization of the World Picture*, 410-413; Westfall, "Mechanical Philosophy", 636-637, ayrıca bkz: Hesse, *Forces and Fields*, 112-113.

olan “*impetusun* korunumu” yasasıdır; üçüncü yasa ise eylemsizlik ilkesidir.²⁸⁷ Buna göre maddeyi harekette tutan bir ilke yoktur; maddenin özü harekettir (*impetus*) ve bu hareketi düzenleyen şey madde parçacıklarının Tanrı vergisi nitelikleri ile *vortexin* karşılıklı etkileşimidir.²⁸⁸

Descartes evreninin anahtarı *vortex* teorisidir; evren *plenum* (boşluksuz) olduğu için bir yerdeki hareket, başka bir yerdeki hareket ile açıklanmaktadır. Bu hareketin en basit formu da dairesel harekettir.²⁸⁹ Gezegenleri oluşturan üçüncül element, Tanrı’nın yaratılıştaki, yıldızları oluşturan latif madde parçacıklarına (*corpuscles*) yüklemiş olduğu itkinin (*impetus*), ikincil element (esir) üzerinden temas mekanizması ile kendisine iletilmesi sonucu her daim hareket etmektedir.²⁹⁰ Birincil elementin hızlı ve ani dönüşünün oluşturduğu merkezkaç kuvveti, akışkan (esir) girdabını (*vortex*) oluşturmakta, bu girdap ise gezegenleri (üçüncü elementi) dairesel bir yörüngede hareket ettirmektedir.²⁹¹ Uzaktan ve temassız etki eden herhangi okült bir kuvvet yoktur. Bu çerçeve üzerinden Descartes hareketi, merkezkaç kuvveti ve cismin doğrusal hareket etme eğilimi (eylemsizlik ilkesi) gibi temel fikirlerle açıklar.²⁹² Buna göre gezegenlerin yaptığı dairesel hareket, gezegeni merkeze çeken *vortex* ile gezegenin tanjant boyunca doğrusal hareket etme temayülünün bileşkesidir.

Üçüncü tür madde parçacıkları, yukarıda zikredilen üç niteliğe (doğa yasalarına) sahiptir. Diğer nitelikler duyusal aldanişlardır. Duyular ağır ve sert cisimlerin harekete direnç gösterdiklerini söyler ama bu aslında cismin büyüklüğünden ve *vortex* fırtınasından kaynaklanır.²⁹³ Dolayısıyla yeryüzünde cisimleri Dünya’nın merkezine çeken bir kuvvet yoktur; bunun yerine cisimleri merkeze iten bir *vortex* fırtınası vardır. Dünya üzerindeki ağırlık, düşme ve cismin bütünlüğü olguları, her

²⁸⁷ Dijksterhuis, *The Mechanization of the World Picture*, 410, ayrıca bkz: Henry, *The Scientific Revolutions and the Origins of Modern Science*, 72

²⁸⁸ Wilson, *Epicureanism at the Origins of Modernity*, 63, ayrıca bkz: Hesse, *Forces and Fields*, 114-115.

²⁸⁹ Gaukroger, *Descartes’ System of Natural Philosophy*, 15-16.

²⁹⁰ Westfall, “Mechanical Philosophy,” 636-637, ayrıca bkz: Reid, *The Metaphysics of Henry More*, 41

²⁹¹ Gaukroger, *Descartes’ System of Natural Philosophy*, 16, ayrıca bkz: Hesse, *Forces and Fields*, 107-108 ve 107-112.

²⁹² Gaukroger, *Descartes’ System of Natural Philosophy*, 19, ayrıca bkz: Hesse, *Forces and Fields*, 104.

²⁹³ Richard S. Westfall, *Force in Newton’s Physics: The Science of Dynamics in the Seventeenth Century* (New York: Science History Publications, 1971), 69-70, ayrıca bkz: Hesse, *Forces and Fields*, 104-105.

şeyi yerkürenin merkezine doğru iten bir fırtınanın meydana getirdiği olgulardır.²⁹⁴ Diğer bir deyişle Güneş merkezli teori, basit bir madde teorisinden, üç doğa yasasından ve merkezkaç kuvveti fikrinden çıkarsanır.

Descartes'ın kozmosu, akışkan içinde hareket eden madde parselleri olarak görmesinin temelinde mekanik motivasyonlar vardır. Örnek olarak *Principia*'nın dördüncü kitabında Descartes gelgit olayını, Dünya ile Ay arasındaki *vortexin* (ikinci element) sıkıştırılması ve hızının artması ile açıklar. Akışkanlar sıkıştırılmaz olduğu için, *vortex* sıkıştırıldığı yerlerde hızlı hareket edecektir. Bu ise yeryüzündeki suyu sıkıştırarak ve denizi yükseltecektir.²⁹⁵ Descartes doğa felsefesi sözlüğünü, cismin davranışlarının, cismi çevreleyen ortam ile ilişkisi üzerinden analiz eden statik ve hidrostatik, daha genel olarak mekanik çalışmaları bağlamında oluşturmuştur. Bunun kanıtı ise statik modelin çok önemli bir rol oynadığı Descartes'ın doğa yasalarını ortaya koyuş biçimidir.²⁹⁶ Bu iddia üçüncü bölümde daha geniş bir biçimde ele alınacaktır.

2.1.2.2. Atomcu Fizik ve Madde Teorisi

Gassendi, geleneksel varlık kategorisi olan töz-araz kategorisini reddeder. Bu kategori, şeylere dair değil, şeylerin bilgisine dair bir ayrımdır.²⁹⁷ *Syntagma* isimli eserinde, nesnelerin şekil sahibi oldukları sürece bir forma sahip olacaklarını, ama bu formun aktif ilke olamayacağını, fakat hareketin varlığını açıklamak için aktif ilkenin gerekli olduğunu ifade eder. Ama bu aktif ilkenin metafizik bir varolan değil, gayr-ı maddi, maddeye içkin fiziksel bir var olan olduğunu²⁹⁸, bunun da atomların *vis motrix*'i²⁹⁹ (hareket ettirici güç), yani ağırlığı³⁰⁰ (*gravitas*) olduğunu ifade eder.³⁰¹

²⁹⁴ Meli, *Thinking with Objects*, 156.

²⁹⁵ Meli, *Thinking with Objects*, 157.

²⁹⁶ Gaukroger, *Descartes' System of Natural Philosophy*, 96-97.

²⁹⁷ Antonia Lolordo, *Pierre Gassendi and The Birth of Early Modern Philosophy* (Cambridge: Cambridge University Press, 2007), 41.

²⁹⁸ Lolordo, *Pierre Gassendi and The Birth of Early Modern Philosophy*, 139.

²⁹⁹ Lolordo, *Pierre Gassendi and The Birth of Early Modern Philosophy*, 114.

³⁰⁰ Saul Fisher, "Pierre Gassendi", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2014 Edition), ed. E. N. Zalta, erişim 21.10.2015, <<http://plato.stanford.edu/archives/spr2014/entries/gassendi/>>.

³⁰¹ Lolordo, *Pierre Gassendi and The Birth of Early Modern Philosophy*, 41.

Atomlar doğal olarak hareket ederler;³⁰² Kartezyen felsefede olduğu gibi madde parçacıklarının özü harekettir.

Ağırlık, atomların kendisiyle hareket ettiği doğal ya da içsel yeti (*faculty*) ya da hareket ettirici güçtür (*vis motrix*). Ya da daha ziyade kaybolmaz olan, harekete içsel meyili ya da hareketin itici gücüdür.³⁰³

Gassendi'ye göre bireysel atomlar *vis motrix*'lerini korurlar, dolayısıyla hareketlerini de korurlar. "Ağırlık, doğanın atomlardaki gücüdür ve onları evrenin bir yerinden başka bir yerine sınırsızca taşır."³⁰⁴ Hiçbir atom hızını ve doğrultusunu değiştirmez.³⁰⁵

İçsel güç ya da enerji (*energeia*: aktüalite), atomları sonsuz ve merkezsiz uzayda öyle hareket ettirir ki, atomlar doğal hareketlerine durmadan, diğer atomlar veya mükrekkep cisimler onların yollarını değiştirmede müddetçe devam ederler.³⁰⁶

Atomların bu eğilimi (*propensio*), ağırlıkları, onları Dünya'nın merkezine ya da evrendeki herhangi bir yere değil, belirsiz bir yöne doğru hareket ettiren aktif kuvvet olarak anlaşılır. Gassendi'nin içsel hareket teorisi bir *impetus* teorisidir.³⁰⁷

Atomların içsel kuvveti, Tanrının onlara yüklediği sürekli ve kalıcı bir *impetustur*. Sonuç olarak, yıldızların sürekli olarak aynı hareketi gerçekleştirmeleri, başlangıçta Tanrının yarattığı düzenin bu şekilde olmasındandır.³⁰⁸

Geleneğin "etkin neden" olarak kavramsallaştırdığı durum ise, Gassendi'ye göre, atomsal çarpışmalardan ibarettir. Duyusal seviyedeki tüm değişimler, bileşik cisimlerdeki hiçbir şekilde değişmeyen atomların³⁰⁹ yer değiştirmesi, sayıca artması veya azalması ile ortaya çıkar.³¹⁰ Gassendi okült kuvvet olarak nitelendirilen kuvvetlerin aslında mekanik olduğunu iddia eder.³¹¹ Atomik hareket ile makro

³⁰² Westfall, *Force in Newton's Physics*, 103.

³⁰³ Aktaran Lolordo, *Pierre Gassendi and The Birth of Early Modern Philosophy*, 140.

³⁰⁴ Barry Brundell, *Pierre Gassendi: From Aristotelianism to a New Natural Philosophy* (Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1987), 78.

³⁰⁵ Lolordo, *Pierre Gassendi and The Birth of Early Modern Philosophy*, 150.

³⁰⁶ Aktaran Brundell, *Pierre Gassendi*, 79.

³⁰⁷ Brundell, *Pierre Gassendi*, 79.

³⁰⁸ Aktaran Brundell, *Pierre Gassendi*, 80.

³⁰⁹ Brundell, *Pierre Gassendi*, 54-55.

³¹⁰ Lolordo, *Pierre Gassendi and The Birth of Early Modern Philosophy*, 155.

³¹¹ Margaret J. Osler, "Gassendi, Pierre", *Encyclopedia of the Scientific Revolutions: From Copernicus to Newton*, ed. Wilbur Applebaum (London & New York: Garland Publishing, 2000), 400.

düzeydeki hareketin aynı fiziksel ilkelere göre gerçekleştiğini, atomlar nasıl hareket ediyorsa, mürekkep cisimlerin de öyle hareket ettiklerini düşünür.³¹²

Gassendi için atomlar ve boşluk birincil ilkelerdir: Atomlar tikel var olanların ilkesi, boşluk ise tikel var olanlar arasındaki ayrılığın ilkesidir. Atomlar mükemmel derecede serttir ve var olanlar arasındaki yoğunluk farklılıkları veya sertlik derecelerindeki farklılıklar, atomlar arasındaki boşluktan kaynaklanır.³¹³ Boşluk ne arazdır ne de töz, gayr-ı maddi uzam,³¹⁴ diğer bir deyişle mutlak uzaydır. Gassendi aynı zamanda, zaman ile uzay arasında bir paralellik kurar ve zamanın da cisimden bağımsız bir varoluşa sahip olduğunu söyler.³¹⁵

Gassendi atomların özelliklerini iki bölüme ayırır: Tüm atomların sahip olduğu özsel-birincil nitelikler ve atom gruplarının sahip olduğu özsel olmayan-ikincil nitelikler. Atomların içkin ve özsel nitelikleri büyüklük (uzam, biçim), ağırlık (hareket) ve sertliktir (*soliditas*: nüfuz edilmezlik).³¹⁶ Bireysel özelliklere ek olarak grup halinde atomların da iki özelliği vardır: Atomların çevreye göre konumları (*situs*) ve atomların düzeni (*ordo*). Dolayısıyla Gassendi, hem Descartesçi anlamda maddenin temel parçacıklarını karakterize eden niteliğin uzama indirgenmesine, hem de Aristotelesçi anlamda birincil maddenin (*prime matter*) niteliksiz oluşuna karşı çıkar. Gassendi için atomları hareket ettiren sahip oldukları ağırlıktır. Ağırlık atomlara hareket için içsel bir temayül sağlar. Var olanların sahip oldukları fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler ise atomların bir araya gelişi ile oluşan atom gruplarından³¹⁷ kaynaklanır.³¹⁸

Bu minvalde eleştirilerini Rönesans'tan on yedinci yüzyıla miras kalmış olan Neo-Platoncu *Anima Mundi* doktrinine yöneltir. Neo-Platoncu *Anima Mundi* (Dünya Ruhu) doktrini, insanın mikrokozmos olarak nefis ile yönetilmesinden hareketle, evrenin de bütün olarak külli nefis tarafından yönetildiğini iddia eden ve pek çok

³¹² Brundell, *Pierre Gassendi*, 79.

³¹³ Fisher, "Pierre Gassendi".

³¹⁴ Osler, "Gassendi, Pierre," 400.

³¹⁵ Lolordo, *Pierre Gassendi and The Birth of Early Modern Philosophy*, 100.

³¹⁶ Lolordo, *Pierre Gassendi and The Birth of Early Modern Philosophy*, 155.

³¹⁷ Modern anlamda molekül.

³¹⁸ Fisher, "Pierre Gassendi".

mistik çıkarımı olan bir doktrindir.³¹⁹ Gassendi evrenin kendi içinde kalınarak bütünüyle mekanik olarak açıklanabileceğine inandığından dolayı, bu doktrini, Tanrının evrene içkinliği meselesinden dolayı eleştirir; böyle bir durumda dünya (evren) mürekkep olduğundan dolayı Tanrı da mürekkep olacaktır ki bu ilahi yalınlıkla bağdaşmaz.³²⁰

Gassendi'nin Epicuroscu ihya programı, kendisini Skolastik Aristotelesçiliğin ve Neo-Platonculuğun mistik yorumlarının karşısında konumlandırır. Gassendi bu eleştirilerden hareketle, görünüş ve gerçeklik arasındaki ayrımı gizli içsel yapı ile onun nitelikleri olarak kendini sunması şeklindeki ayrıma dönüştürür; fakat ikisi de fiziksel gerçekliğe sahiptir.

Aristoteles, antik atomculuğu, görünür dünyanın oluşması ve sürdürülmesini atomların rastgele çarpışmalarına bağlamasının yetersizliği üzerinden eleştirir. Gassendist Theomekanizm, Tanrı'yı atomların düzenleyicisi olarak kabul ederek bu soruna bir çözüm sağlar. Gassendi'ye göre atomculuk *theisme* Aristotelesçilikten daha iyi uyum sağlar.³²¹

2.1.2.3. Newtoncu Fizik ve Madde Teorisi

Robert Boyle, *The Origin of Forms and Qualities According to the Corpuscular Philosophy* (1666) isimli eserinde, cismin doğası ve gözlemcinin etkileşimiyle renk, koku gibi ikincil niteliklerin nasıl ortaya çıktığını tartışır. Boyle, tüm doğal olguların, Tanrı'nın evrenin temeline yerleştirdiği doğa yasalarına tabi olan küçük parçacıkların hareketleriyle oluştuğunu düşünür. Buna göre hareket, maddenin açıklayıcı ilkesi olması itibarıyla maddenin özüdür.³²²

Boyle'un teorisine göre en yalın atomlar bir araya gelip küçük atom grupları³²³ oluştururlar. Boyle bu atom gruplarına birincil bileşikler (*nodule*; *primary concretions*) ismini verir; birincil bileşikler düşüncede bölünebilir ama fiziksel

³¹⁹ Brundell, *Pierre Gassendi*, 126.

³²⁰ Lolordo, *Pierre Gassendi and The Birth of Early Modern Philosophy*, 47-49.

³²¹ Wilson, "Matter, Mortality, and the Changing Ideal of Science," 38-39, ayrıca bkz: Dobbs ve Jacob, *Newton ve Newtonculuk Kültürü*, 34-35, ve bkz: Robert Kargon, "Walter Charleton, Robert Boyle and Acceptance of Epicurean Atomism in England" *Isis* 55/II (Jun., 1964), 184.

³²² Dijksterhuis, *The Mechanization of the World Picture*, 434-436, ayrıca bkz: Kargon, "Walter Charleton, Robert Boyle and Acceptance of Epicurean Atomism in England," 190-191.

³²³ Gassendist "atom grupları"; bkz. sayfa 73.

olarak, ilahi müdahale olmazsa bölünemezdir.³²⁴ İşte bu birincil bileşikler, doğal cisimlerin en küçük yapı taşlarıdır. Cisimlerin niteliksel farklılıklarını oluşturan bu bileşikler, Gassendi de olduğu gibi, atomların büyüklük, şekil, hareket ve düzenlenişlerine göre farklılaşır. Bileşiği meydana getiren atomlar özdeş olmak zorunda değildir.³²⁵

Boyle'a göre ikincil nitelikler, atomların birincil nitelikleri olan büyüklük, şekil, hareket ve atomların bir araya geliş biçiminin duylarda ortaya çıkardığı izlenimlerdir. Newton, *De Gravitatione'de* nüfuz edilemezliği ve *Principia'da* kütleyi ve eylemsizliği Boyle'ın madde teorisindeki birincil niteliklere eklemeler.³²⁶ Newton için atomların birincil nitelikleri; büyüklük, şekil ve hareket edebilirliğin yanında, nüfuz edilemezlik, kütle ve eylemsizliktir. Atomlar, sahip oldukları bu birincil niteliklere ve üç hareket yasasına göre davranırlar.³²⁷ Buna göre fenomenler, atomların hareketlerinden neşet eder; evren kendi kendine hareket eden bir makinedir (*self-moving engine*).³²⁸

Newton'un madde teorisi, biri esir, uzay ve kuvvet kavramları ile yakın ilişki içinde metafiziksel-felsefî; diğeri kütle, hız ve hareketin niceliği kavramları ile yakın ilişki içinde matematiksel olmak üzere iki boyutludur. Metafiziksel boyutuyla madde teorisi, esir ve onun fenomenlerdeki önemi üzerine pek çok hipotezden oluşur. Bu teori kısaca, doğal fenomenlerin, atomların hareketlerinden kaynaklandığını, atomsal hareketlerin ise atomlar arasındaki kuvvetler tarafından oluşturulduğunu varsayar.³²⁹ Newton'un *Optics*'in sonunda yazmış olduğu *Quarey 31* şöyle der:

Başlangıçta Tanrı'nın maddeyi kütleli, sert, nüfuz edilemez ve hareketli parçacıklar olarak biçimlendirmesi bana olası görünüyor... Bunun da ötesinde bu parçacıklar, sadece eylemsizlik kuvvetine ve ondan kaynaklanan doğa yasalarına sahip değildir; aynı

³²⁴ *Minima naturalia* tartışmalarının Boyle üzerindeki etkisi çok açıktır; bkz: sayfa 63-64.

³²⁵ Dijksterhuis, *The Mechanization of the World Picture*, 436.

³²⁶ Lynn S. Joy, "Dispositional Explanations: Boyle's Problem, Newton's Solution, Hume's Response," *Interpreting Newton*, ed. Andrew Janiak and Eric Schliesser (Cambridge: Cambridge University Press, 2012), 320.

³²⁷ Max Jammer, *Concepts of Force: A Study in the Foundation of Dynamics* (Cambridge: Harvard University Press, 1957), 141.

³²⁸ Thomas S. Kuhn, "Robert Boyle and Structural Chemistry in the Seventeenth Century," *The Scientific Enterprise in Early Modern Europe: Reading from Isis*, ed. Peter Dear (Chicago: The University of Chicago Press, 1991), 216-218.

³²⁹ Rupert Hall and Marie Hall, "Newton's Theory of Matter, *Isis* 51/II (Jun., 1960), 135.

zamanda kütle-çekim gibi bazı aktif ilkelerle hareket ettirilmiştir ki bunlar, cisimleri bir arada tutan ya da fermantasyonu sağlayan nedenlerdir.³³⁰

Newton için kuvvetler atomlara içkin değildir.³³¹ Fakat Newton kütle-çekimin nedenini açığa çıkaramadığını, bu konuda bir açıklama biçimi de geliştiremediğini, çünkü onu fenomenlerden hareketle anlayamadığını pek çok kez ifade etmiştir.³³²

Newton madde teorisinin matematiksel boyutunu, *Principia*’nın tanımlar bölümünde geliştirmiş olduğu maddenin niceliği (kütle) kavramı üzerinden ortaya koyar. Buna göre maddenin ve hareketin niceliği, hız ve eylemsizlik üzerinden tanımlanır. Birinci tanımda maddenin niceliğinin ya da kütesinin, maddenin yoğunluğu ve hacminin çarpımıyla elde edildiği ifade edilir: “Eğer maddenin yoğunluğu ve hacmi iki katına çıkarılırsa, maddenin niceliği (kütlesi) dört katına çıkar.”³³³ Newton kütle ile ağırlığın doğru orantılı olduğunu, ağırlığın cismin formuna ya da yapısına değil sadece madde miktarına bağlı olduğunu ve buna yapmış olduğu deneylerle ulaştığını söyler.³³⁴ Newton özellikle Bacon ve Boyle’un deney ve gözleme yaptıkları vurguyu ve maddenin gerçek niteliklerine ulaşmanın yolunun deney ve gözlemden geçtiğine dair hipotezlerini,³³⁵ tezin birinci bölümünde yapılan tartışmanın da gösterdiği gibi kabul eder.

Newton gerçekleştirmiş olduğu deneyleri *De Motu* isimli el yazmalarında tartışır ve bu deneylerde eşit kollu iki sarkaç ile tahta kutuları kullanır. Tahta kutular eşit ağırlıklı gümüş, altın, kurşun, cam, kum, tuz, tahta, su ve buğday ile doldurulur. Her birini diğeri ile karşılaştıracak şekilde kutuların salınım süreleri ölçülür. Sarkacın ucuna bağlanmış olan tahta kutular, onun ağırlığı ile salınım periyodunun karesinin çarpımına eşittir ($m \sim wp^2$). Bu önerme iki varsayıma dayanır. İlk olarak $f_m \sim \frac{m\Delta v}{\Delta t}$ ki burada f_m itici kuvvet (*motive force*), v hız ve t süredir. İkinci varsayım $f_m \sim m$, yani itici kuvvet, sarkaç ucundaki cismin ağırlığı ile doğru orantılıdır. Basit bir sarkaç için periyod, sarkacın uzunluğuna ve yer çekimi kaynaklı ivmesine bağlıdır. Newton eşit uzunluklu sarkaçlar kullandığı için periyotlar sadece farklı cisimlerden kaynaklanan

³³⁰ Aktaran Hall and Hall, “Newton’s Theory of Matter,” 136.

³³¹ Hall and Hall, “Newton’s Theory of Matter,” 137.

³³² Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 547.

³³³ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 1.

³³⁴ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 1.

³³⁵ Joy, “Dispositional Explanations: Boyle’s Problem, Newton’s Solution, Hume’s Response,” 326.

yer çekimi kaynaklı ivmelenmelerde değişiklikler gösterecektir. Newton, farklı maddeler içeren iki sarkacın periyotlarının aynı olduğunu görerek bütün maddeler için oranın $m \sim f_m \sim w$ olduğuna ulaşır.³³⁶ Akıl yürütme kurallarının üçüncüsünde bütün cisimler için oranın evrensel olarak bu olduğunu ifade eder.³³⁷ Newton yapmış olduğu bu tartışmadan hareketle boşluğun zorunlu olduğuna ulaşır. *Corrolary 3*'te şöyle der:

Ve sonuç olarak boşluk zorunludur. Eğer uzay bir *plenum* olsaydı, akışkanın özgül ağırlığı hava bölgesini dolduracaktı, çünkü maddesinin aşırı yoğunluğu civanın, altının veya yoğun herhangi başka bir maddenin özgül ağırlığından daha düşük olamaz, bu nedenle ne altın ne de başka bir madde onun içinde batamaz. Hiçbir cisim, özgül ağırlığı akışkandan düşükse o akışkanın içinde batmaz.³³⁸

Newton ikinci tanımda hareketin niceliğinin kütle ve hızın çarpımı olduğunu ifade eder. Üçüncü tanımda ise maddenin eylemsizlik kuvvetini (*vis inertiae*), maddenin durumunu değiştirmeye göstermiş olduğu direnç olarak tanımlar.³³⁹ İkinci yasa ile birlikte bu tanımlar, cismin maddi niceliği (kütlesi) ile cismin dinamik özelliklerinden sorumlu eylemsizlik kuvvetinin doğru orantılı olduğunu ortaya koyar. Daha sonra Newton *Proposition I*'de cisimleri noktasal kütleler olarak dinamik biçimde kavramsallaştırarak tanımlamış olduğu kütle kavramının matematiksel anlamını ifade eder.³⁴⁰

2.1.3. Değerlendirme

On yedinci yüzyılda ortaya konan madde teorileri olarak *cospuscularism* ve atomculuk, birincil ve ikincil nitelikler ayrımı üzerine bina edilir. Aralarındaki farklılıklar ise birincil-ikincil niteliklerin ne olduğuna, boşluğun kabul edilip edilmemesine, aktif ilkenin mahiyetine dair yapılan tercihlerde ortaya çıkar. Descartes *corpuscularismi* madde ve uzamı özdeşleştirerek boşluğu reddeder; uzam-madde sonsuza kadar bölünebilir üç tür parçacıktan oluşur; birincil element aktif bir fonksiyon işlevi görürken, üçüncül elementin üç doğal niteliği vardır. Bu niteliklere

³³⁶ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 568.

³³⁷ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 398-400.

³³⁸ Aktaran Zvi Biener and Chris Smeenk, "Cotes's Queries: Newton'a Empiricism and Conceptions of Matter," *Interpreting Newton*, ed. Andrew Janiak and Eric Schliesser (Cambridge: Cambridge University Press, 2012), 131.

³³⁹ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 1-2.

³⁴⁰ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 40.

doğa yasaları da denir. Atomculuk için ise birincil nitelikler atomların büyüklük (uzam), biçim ve hareket edebilirlik özellikleridir. Newton bunlara kütle, nüfuz edilmezlik ve eylemsizliği ekler. Atomculuk boşluğu kabul ederek, madde ve uzamın özdeşleştirilmesine karşı çıkar ve atomları boşlukta hareket ettirecek bir aktif ilke varsayar. Gassendi için bu ağırlıktır, Newton için ise kütle-çekim kuvvetidir. Gassendi için bu ilke Tanrı tarafından atomlara bahşedilmiştir; Newton için ise bu kuvvetler atomlar arasındaki boşluğu dolduran esir-*spiritin* fiilidir.³⁴¹ Bu iki varsayım da Kartezyen felsefeyle çelişir. Gassendi kaba maddeye aktif ilke yükleyerek, Newton ise temas mekanizmasını ihlal ederek Kartezyen fiziğin temel varsayımlarını ihlal ederler. Newton'un madde teorisi, onun mutlak uzay fikri, kuvvet kavramsallaştırması ve doğa yasaları ile iç içe bir konudur ve sonraki başlıklarda bu ilişkiler ele alınacaktır.

2.2. Uzay Kavramı

Platon, *Timaios* isimli metninde uzayı ve maddeyi özdeşleştirerek, onu idelerin kendisine kopyalandıkları şey olarak tasvir eder. Bu nedenle Platon, Tanrının uzayı yarattığına değinmez ve uzayı türetmek için ayrı bir tartışma yapmaz.³⁴² Bu minvalde pasif madde üzerine yapılan her konuşma, aslında uzaya dair yapılan bir konuşma halini alır.

Aristoteles, uzay ile ilgili üç farklı kavramsallaştırma yapar; ilk olarak tanımladığı mekân (*topos*), töz ile birlikte varlığa gelen, geometrik olarak cismin yüzey alanı olan ve hiss-i müşterekte ayrılabilir olan mekân tanımlamasıdır. İkinci anlamda mekân, Aristoteles fiziğinin dinamik temeli olan “doğal yer” kavramsallaştırmasıdır. Üçüncüsü ise tüm mekânların toplamı olan *plenum* anlamındaki uzaydır. On yedinci yüzyıla kadar bu kavramsallaştırmalar farklı biçimlerde eleştirilmiş ve tashih edilmeye çalışılmıştır.

On yedinci yüzyıla gelindiğinde, Aristotelesçi *plenumu corpuscularist* çerçevede yeniden yorumlayan Descartes'in karşısında ise antik atomculuğun ve Stoacılığın,

³⁴¹ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 192; Dobbs and Jacob, *Newton ve Newtonculuk Kültürü*, 85.

³⁴² Collingwood, *The Idea of Nature*, 73-74, ayrıca bkz: Koyre, *Bilim Tarihi Yazıları*, 24-25.

özellikle Philoponus, Patrizi, Gassendi, More ve Newton çizgisince yeniden kavramsallaştırılan ve mutlak uzay haline gelen uzay fikri vardır.

Fiziksel hareket için formun reddedilmesi ve temas mekanizmasının kabul edilmesi, uzay teorilerinin oluşmasında önemli varsayımlar olarak belirleyici konumdadırlar. Descartes ve Huygens gibi düşünürler, hareket için fiziksel temasın zorunluluğunu kabul ederler ve bu nedenle onlar için uzay bir *plenum*dur. Uzayın *plenum* olmasının zorunluluğu, parçacıkları bir araya getirici unsur olan tözsel formun reddedilmesi ile bu parçacıkları bir araya getirici unsur olarak dışsal bir kuvvetin gerekliliğinin söz konusu olmasıyla ilgilidir.

Atomcu boşluk ile Stoa uzayını farklı biçimde sentezleyen Newton için atomları bir araya getirici unsur, dışsal, maddi parçacıklar arasındaki boşlukta etkiyen *spiritin* fiili olarak fiziksel bir güçtür. Descartes birincil elementi aktif kabul ederken, Newton için aktif olan *sprittir*. More için, Grek felsefesinde varsayıldığı gibi madde pasiftir ve bu nedenle parçacıkları bir araya getiren güç maddeye içkin değil, ilahi özün kaba bir temsili olan uzayın (*spirit*) gerçekleştirdiği bir eylemdir ve dolayısıyla dışsaldır. More, aksi takdirde parçacıkların boş uzayda dağılıp gideceklerini söyler. More'un bu tarz bir uzay kavramsallaştırmasının etkisi Newton'un eserlerinde görülür; esir maddesi, parçacıkların birbirlerini çekmesi için gerekli, mekanik olmasa da, sempatik-okült etkileşimi sağlayan unsurdur.

Bu bölümde, yukarıda kısaca özetlendiği üzere, İlkçağdan Yeniçağa, niteliksel hareketin niceliksel harekete indirgenmesi bağlamında madde teorileri ile ilişkili biçimde uzay kavramı üzerine yapılan tartışmalar ele alınacaktır.

2.2.1. Klasik Felsefi Sistemlerde Uzay Kavramı

Aristoteles *Kategoriler* ve *Fizik*'te uzay tartışmalarına değinir. *Kategoriler*'de, niceliğin sürekli mi yoksa süreksiz mi olduğunu tartıştıktan sonra, uzayın nicelik kategorisinde sürekli bir nicelik olduğunu söyler.

Uzay da sürekli nicelik, nitekim belli bir ortak sınırdaki birleşen cismin parçaları belli bir uzay kaplar, o halde cismin parçalarının her birini kaplayan uzayın parçaları da cismin

parçalarının birleştiği aynı sınırdaki birleşir. Öyleyse uzay da sürekli nicelik, parçaları tek bir sınırdaki birleşiyor.³⁴³

Mekân (*topos*), sınırları cismin sınırları ile kesişen uzay parçasıdır. *Fizik*'te özel olarak mekân (*topos*) terimi kullanılır. *Fizik* bu anlamda bir uzay teorisi değil bir mekân teorisi ya da uzaydaki porsiyonlar teorisidir. Dolayısıyla Aristoteles, sadece genel uzay kavramı üzerine değil, cismin kapladığı yer üzerine de düşünür.³⁴⁴ Aristoteles için mekân nesnelerin temel bir özelliği değil, nesneye arız olan bir şeydir. Nesnenin kendisi geometrik bir şeyden ziyade niteliksel bir tözdür; dolayısıyla nesneler ve onların birbiriyle ilişkisi matematiksel değildir.³⁴⁵

Fizik'in dördüncü kitabında Aristoteles mekânın özelliklerini belirlemeye yönelik tündengelimsel bir teori için aksiomatik bir temel geliştirir. Aristoteles'in dört varsayımı şunlardır: 1) Bir şeyin mekânı o şeyin bir parçası değildir ama onu kuşatır. 2) Bir şeyin mekânı ondan ne büyüktür, ne küçüktür, o şey kadardır. 3) Cismin bulunduğu mekân, cisim tarafından terk edilebilir, dolayısıyla cisimden ayrılabilir. 4) Tüm mekânlar “yukarıyı” ve “aşağıyı” içerir ve dört unsur (toprak, su, hava ve ateş) kendi özel doğal yerlerine gitme veya oradaysa orada kalma eğilimine sahiptir.³⁴⁶

Aristoteles ilk üç varsayımda cismin mekânını, varlığı töze bağlı olan yüzey alanı olarak kavramsallaştırır. Bu mekân araz olduğu için cisme ilişkin, dolayısıyla değişen matematiksel bir niceliktir. Dördüncü varsayımda ise mekânı, hareket teorisinin dinamik temeli olan “doğal yer” olarak tanımlar. İlk üç anlamda tanımlanan mekân, cismin *plenum* içinde işgal ettiği yeri ifade eder; iki boyutludur ama üç boyut tarafından sarmalanır.³⁴⁷ Bir geminin su üzerinde yer değiştirmesi gibi, cisim *plenum* içinde mekânlar arasında taşınır. Suyun bir yerden bir yere gemiyi taşımasında olduğu gibi, cisim mekânlar üzerinden *plenum*da yer değiştirir.³⁴⁸ Bu mekân tanımının önemi ise Aristotelesçi doğal olmayan harekette oynadığı rolde açığa çıkar.

³⁴³ Aristoteles, *Kategoriler*, çev. Saffet Babür (Ankara: İmge Kitapevi, 2002), 5a7-14.

³⁴⁴ Jammer, *Concepts of Space*, 17.

³⁴⁵ Burt, *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*, 83-84.

³⁴⁶ Aristoteles, *Fizik*, 241b34.

³⁴⁷ Reid, *The Metaphysics of Henry More*, 104.

³⁴⁸ Jammer, *Concepts of Space*, 21.

Aristoteles'e göre töz değişmez ama değiştirir; hareket etmez ama hareketin kaynağıdır.³⁴⁹ “Hareket eden her şey, bir şey tarafından hareket ettirilmiştir. Hareket eden her şey bölünebilirdir”³⁵⁰, dolayısıyla hareket etmeyen hareket ettiriciler bölünemezdir (yalındır). Aristoteles “doğaya dair olan ve doğayı oluşturan cisimler kendilerinde, yer değiştirme bakımından hareketlidirler”der.³⁵¹ Cisim, *arkhê kinêseôs*'tur (hareketin ilkesi), kendi doğasına göre hareket eder; bu nedenle doğal cisimdir. Doğal cisim, kendi doğal yerine doğru hareket ettiğinde, bu hareket doğaya uygundur. Doğaya aykırı olan hareket ise doğal olmayan ya da zoraki harekettir.³⁵² Doğal olmayan harekette ise hareket ettirici ile hareket eden sürekli temas halinde olmalıdır.

Devinim, kendisinden başlayan şey anlamında devindirenle birlikte (‘‘birlik’’ten şunu kastediyorum: onların arasında hiçbir şey yoktur)... Her yer değiştiren ya kendisi tarafından ya da başka bir nesne tarafından devindirilir. Kendileri tarafından devindirilen nice nesne varsa bunlarda devindirilen ile devindiren bir arada bulunur; bu açık, çünkü bunlarda ilk/doğrudan devindiren içkindir; dolayısıyla arada hiçbir şey yoktur. Başka bir nesne tarafından devindirilenlerde ise bunun dört biçimde oluşması zorunlu, çünkü başka bir nesne tarafından yer değiştirmenin dört türü var: Çekme, itme, taşıma, döndürme; bütün yere göre devinimler bunlara girer.³⁵³

Aristoteles'e göre hareketsizlik doğal durumdur; eğer bir hareket varsa mutlaka bir nedeni olmalıdır. Bu neden, doğal harekette maddeye içkin metafizik sebepken (form), doğal olmayan harekette ortamdır.³⁵⁴ Fakat daha temelde *formun* doğal hareketini belirleyen de mekândır. Cismin bulunduğu mekân, hareketin biçimini ve yöneldiği amacı da belirler. Cisim belirli bir şekilde hareket ettiği ya da belirli bir amaçla hareket ettiği için o mekânda bulunmaz, o mekânda bulunduğu için bunları yapar.³⁵⁵ Neden hafif ve ağır cisimler doğal yerlerine doğru hareket ederler? Bunun tek sebebi, her şeyin doğası gereği belirli bir mekânda bulunmasıdır. Niçin ateş

³⁴⁹ Aristoteles, *Fizik*, 243a.

³⁵⁰ Aristoteles, *Fizik*, 242a5-12.

³⁵¹ Aktaran Martin Heidegger, “Modern Bilim, Metafizik ve Matematik,” *Bilim Üzerine İki Ders*, çev. Hakkı Hünler (İstanbul: Paradigma Yayınları, 1998), 59-60.

³⁵² Heidegger, “Modern Bilim, Metafizik ve Matematik,” 59-60.

³⁵³ Aristoteles, *Fizik*, 243a.

³⁵⁴ Dijksterhuis, *The Mechanization of the World Picture*, 466-467.

³⁵⁵ Collingwood, *The Idea of Nature*, 90-91.

yukarıya, toprak aşağıya hareket eder sorusu, neden tedavi süreci sağlığa hareket eder de beyazlığa doğru hareket etmez sorusuyla aynıdır.³⁵⁶

Doğal olmayan yatay atış hareketinde, hareket ettirici hareket edene temas etmediği için, hareket başlangıcında, hareket ettiricinin hareket edeni terk ettiği noktada, hareketin gerçekleştiği ortamda bir katman oluşur ve hareket ettiricinin fonksiyonu (*arche*) o ortama aktarılır. Bu tabakadaki itici güç bir sonraki tabakaya aktarılır ve hareket bu şekilde devam eder. Burada hareketin gerçekleştiği ortam tabakası, hareket ettirici ilke fonksiyonu görür ve hareket edene her noktada temas eder. Fakat bu tabakadan tabakaya aktarılan itici güç her geçiş aşamasında zayıflar, sonunda hareket eden nesneyi taşıyamaz duruma gelir ve doğal hareketi gereği nesne yere düşer.³⁵⁷ Bu kabulden dolayı Aristoteles *Fizik IV* kitabında, hareket için bir ortama ihtiyaç duyulduğunu, diğer bir ifadeyle boşlukta hareketin olamayacağını söyler.³⁵⁸

Aristoteles, bir yandan hareket için ortamın gerekliliğini kabul ederken, diğer yandan doğal olmayan hareketi sona erdiren şeyin ortam direnci olduğunu varsayar.³⁵⁹ Aristoteles'e göre fırlatılan nesnenin hızı, ona uygulanan kuvvetle doğru, nesnenin içinde bulunduğu mekânın ağırlığıyla (yoğunluk) ters orantılıdır.³⁶⁰ Dolayısıyla aynı ortamda ağırlığı daha fazla olan nesneler, daha az olanlara nispetle daha hızlı hareket ederler.³⁶¹

Nesnelerin ağırlıkları ile doğru orantılı bir hızla yere düştüklerine dair ön kabul, ağırlığın veya hafifliğin sonsuz olamayacağını da beraberinde getirir. Çünkü bir cisim, sonsuz ağırlığa sahipse hiç devinmemesi gerekir. Öyleyse sonsuz ağırlık ya da hafiflik taşıyan cisimlerin varlığı olanaksızdır; çünkü her doğal cisim devinmektedir. Devinimler sınırlı olduğundan, yalın cisimlerin biçimleri de sınırlı olacaktır. Şu

³⁵⁶ Aristoteles, *Gökyüzü Üzerine*, çev. Saffet Babür (Ankara: Dost Kitapevi, 1997), 301b-302a ve 310b

³⁵⁷ Aristoteles, *Gökyüzü Üzerine*, 301b-302a, ayrıca bkz: Dijksterhuis, *The Mechanization of the World Picture*, 27-28, ve bkz: Edward Grant, *Pyhsical Sciences in Middle Ages* (New York: John Wiley and Sons Inc, 1971), 41-42.

³⁵⁸ Aristoteles, *Fizik*, 215b-216b.

³⁵⁹ J. D. Bernal, *Modern Çağ Öncesi Fizik*, çev. Deniz Yurtören (Ankara: Tübitak Yayınları, 1994), 193.

³⁶⁰ Aristoteles, *Fizik*, 215b-216b.

³⁶¹ Aristoteles, *Gökyüzü Üzerine*, 301a-301b.

halde, su, toprak, hava, ateş ve esir de sınırlıdır; dolayısıyla onların devinimleri de sınırlıdır.³⁶²

Aristoteles için boşluk, Parmenides için olduğu gibi yokluk anlamına gelir ve bu nedenle düşünülemezdir. Antik atomcular ise maddenin en küçük bölünmez yapıları olan atomlar arasında boşluğun olduğunu ve boşluğun sonsuza kadar yayıldığını iddia etmişlerdir.³⁶³ Lucretius, *De Rerum Natura*'da “evrenin uzayı sonsuzdur” der.³⁶⁴ Burada uzay ile kastetilen cisimsiz, işgal edilmemiş üç boyutluluktur. Bu anlamda uzay, madde (atomlar) ile birlikte evreni oluşturur. Madde ve uzay karşılıklı olarak birbirlerini dışlarlar.³⁶⁵ “Varolduğu gibi olan ve varlığı kendinden olan doğa iki prensip üzerine kurulmuştur: Atomlar ve atomların içinde hareket ettikleri uzay.”³⁶⁶

Stoacılara göre evren, sonsuz boşluk tarafından sarmalanan sürekli maddenin (toprak ve su elementleri) ve ona içkin *pneumanın* (hava ve ateş elementleri) adasıdır. Sonsuz boşluk bütün niteliklerden ve ayrımlardan beridir; tamamıyla belirsizdir; sarmaladığı maddeye ve ona içkin *pneumaya* herhangi bir etkide bulunmaz. Evrenin pozisyonu, mekânı, onu sarmalayan boşluğun herhangi bir özelliği ile belirlenmez; bütünüyle kendi doğasıyla belirlenir. Evrenin bütün olarak hareket etmesi için bir neden yoktur, sonsuz boşluğun içinde hareketsizdir. Peripatetik eleştiri şöyle sorar: Eğer maddi evren sonsuz boşluk ile sarmalanıyorsa, niçin zamanla çözülüyor? Cevap açıktır, maddi evrenin farklı parçaları bağlantılıdır; Aristotelesçi anlamda dışsal bir kuşatma değil, içsel bir bütünleşme (*pneuma*) evreni bir arada tutar.³⁶⁷

2.2.1.1. Hareket Ettirici İlke Olarak Aristotelesçi Mekânın Eleştirisi

Aristoteles'in cismin yüzey alanı ve zoraki hareketin ilkesi olarak tanımladığı mekân kavramına ilk önemli eleştiri *impetus* teorisinden gelmiştir. *Impetus* kavramı M.S. 6. yüzyılda Philoponus tarafından, Aristoteles fiziğindeki zoraki harekete ilişkin

³⁶² Aristoteles, *Gökyüzü Üzerine*, 274a-274b.

³⁶³ Huggett, Nick and Hoefer, Carl, "Absolute and Relational Theories of Space and Motion", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2015 Edition), ed. Edward N. Zalta, erişim 02.09.2015, <<http://plato.stanford.edu/archives/spr2015/entries/spacetime-theories/>>.

³⁶⁴ Reid, *The Metaphysics of Henry More*, 60.

³⁶⁵ Jammer, *Concepts of Space*, 10-11.

³⁶⁶ Jammer, *Concepts of Space*, 11.

³⁶⁷ Jammer, *Concepts of Space*, 23-24, ayrıca bkz: Sambursky, *Physics of the Stoics*, 110-111.

problemleri çözmek için ortaya atılmıştır.³⁶⁸ Philoponus, Aristoteles'in *Fizik* kitabına yazdığı şerhte, zoraki harekette, hareket ettiricinin, hareket edenin her zaman dışında olması gerektiği önermesini ve havanın hareket ettirici olarak fonksiyonunu eleştirir:

Bir taş kuvvetle fırlatıldığında, arkasındaki havanın ittirilmesiyle mi doğal yönünün tersine bir yönde hareket etmeye zorlanır? Yoksa fırlatılan taş hareket ettirici bir kuvvet mi verilir? ... Bu ve daha pek çok nedenden ötürü, zoraki harekete, gösterildiği şekilde yol açılmasının nasıl olanaksız olduğunu görebiliriz. Hareket ettirilen hava, fırlatılanın hareketine ya hiçbir katkıda bulunmaz ya da çok küçük bir etkide bulunur. O halde, zoraki harekete benim önerdiğim gibi yol açılıyorsa, bir oka ya da taş a “doğaya karşı” hareket ya da zoraki hareket verilirse, aynı derecede hareketin boşlukta bir maddeyle dolu uzaydakinden çok daha kolayca meydana getirileceği açıktır. Bu şekilde fırlatılanın dışında herhangi bir dış etkene gerek olmayacaktır.³⁶⁹

Philoponus'a göre zoraki harekette hareket ettirici, ortama değil hareket edene gayr-ı maddi (*incorporal*) bir güç yükler. Bu yüklenmiş güç (*dynamis endotheisa*), bir okun atılıp hareket ettirici ile temasını kaybettikten sonra neden hareketine devam ettiğini açıklar; daha sonra *impetus* yavaş yavaş tükenir ve bittiğinde cismin hareketi de son bulur.³⁷⁰ Daha sonraki süreçte *impetus* tartışması Arapça kaynaklar üzerinden on dördüncü yüzyıl Skolastik felsefesine, oradan da on yedinci yüzyıla aktarılmıştır.³⁷¹ Bu hipotezin bazı yorumları boşlukta hareketin varlığını mümkün kılmakta ve hareketin gerçekleşmesi için ortamın gerekliliğini ortadan kaldırmaktadır.³⁷²

Philoponus, Aristotelesçi anlamda cisimlerin ağırlıklarıyla doğru orantılı hızlarla düşmelerini, hareketi taşıyanın ortam olduğunu ve hareket ettiricinin hareket edene değmesi zorunluluğunu kabul etmez. Philoponus'a göre bir cismin hareket ederek aldığı yol için harcanan zaman (yani hız), ortamın yoğunluğuna ya da cismin ağırlığına doğrudan bağlı değildir; ya da bunların etkisi çok küçüktür. Philoponus, Aristotelesçi hareketin taşıyıcısı olan hava ve aynı zamanda ona direnç gösteren hava arasındaki çelişkiyi tartışır ve kendi kavramını teklif eder: Maddi olmayan itici güç

³⁶⁸ Jürgen Sarnowsky, “Concept of Impetus and the History of Mechanics,” *Mechanics and Natural Philosophy Before The Scientific Revolution*, ed. W.R. Laird and S. Roux (Dordrecht: Springer, 2008), 130.

³⁶⁹ Aktaran Cushing, *Fizikte Felsefi Kavramlar 1*, 113.

³⁷⁰ Sarnowsky, “Concept of Impetus and the History of Mechanics,” 125.

³⁷¹ Sarnowsky, “Concept of Impetus and the History of Mechanics,” 120.

³⁷² Celeyrette, “U.M.R. Savoirs et Textes (CNRS-Lille): Bradwardine’s Rule: A Mathematical Law?,” 52-53.

(*incorporal motive force*). Buna göre cismin hızı, sahip olduğu *itici güç* ile doğru orantılıdır. Bu teori daha sonra *impetus* teorisi olarak bilinecektir.³⁷³

Gemi ve nehir analojisinde olduğu gibi Aristoteles için mekân, kuşatılan cisme bitişik sınırdır ve bu nedenle hareket eden cisim değil mekândır (hareket eden gemi değil nehirdir).³⁷⁴ Philoponus bir taşın su akıntısına tutulduğunda, sürekli değişen ve cismi saran suyun, taşın mekânı olmadığını anlaşılabileceğini söyler. Eğer Aristoteles haklı olsaydı, hareketsiz taşın sürekli olarak mekânını değiştirmesi gerekirdi. Buna göre taşın mekânı, tıpkı hareketli nehrin hareket etmeyen nehir yatağında akması gibi, cismin üzerine hareket ettiği hareket etmeyen ortam olmalıdır. Philoponus, Aristoteles'e göre, oluş ve bozulmuş dünyanın mekânının ilk feleğin yüzeyi, yani Ay feleği olduğunu (nehir yatağı), fakat bu yüzeyin sürekli hareket ettiğini düşündüğünden dolayı Aristoteles'in yanıldığını söyler. Buna göre hareket eden şeyi kapsayan hareket etmeyen bir şey olmalıdır. Bir feleği değişen dünyanın mekânı olarak ona yüklemek işe yaramaz; çünkü felekler sürekli devinim halindedirler. Philoponus, sonuç olarak Aristoteles'in mekân tanımını reddeder; bu tanım Ay altı ve Ay üstü alemin mekânlarını belirlemeyi imkansız hale getirir.³⁷⁵ Su üzerinde yüzen bir cisim olan gemi ve nehir ilişkisi bağlamında kurulan analogiyle, suda batan bir cisim olan taş ile nehir ilişkisi bağlamında kurulan analoginin, düşünürün hareket teorisini nasıl belirlediği görülmektedir.

Philoponus, eleştirilerinden sonra yeni bir mekân tanımlaması teklif eder; buna göre mekân en, boy ve derinlikten oluşan, maddenin içinde yer aldığı cisimsel olmayan uzamdır ve maddeden bütünüyle farklıdır. Philoponus şöyle der:

O halde, zoraki harekete benim önerdiğim gibi yol açılıyorsa, bir oka ya da taşa “doğaya karşı” hareket ya da zoraki hareket verilirse, aynı derecede hareketin boşlukta, bir maddeyle dolu uzaydakinden çok daha kolayca meydana getirileceği çok açıktır. Ve fırlatılanın dışında herhangi bir dış etkene gerek olmayacaktır.³⁷⁶

³⁷³ Dijksterhuis, *The Mechanization of the World Picture*, 78, ayrıca bkz: John Freely, *The Emergence of Modern Science, East and West* (İstanbul: Boğaziçi University, 2004), 150-154.

³⁷⁴ Dijksterhuis, *The Mechanization of the World Picture*, 37

³⁷⁵ Jammer, *Concepts of Space*, 54, ayrıca bkz: Christian Wildberg, "John Philoponus", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2016 Edition), ed. E. N. Zalta, erişim 15.01.2016, <<http://plato.stanford.edu/archives/spr2016/entries/philoponus/>>.

³⁷⁶ Aktaran Morris Cohen and I. E. Drabkin, *A Source Book in Greek Science* (New York; Toronto; London: McGrawhill Book Company, 1948), 222-223.

Philoponus’a göre mekân “cismi kuşatan sınır yüzey değil, içsel, ölçülebilir, üç boyutlu, cisimsel olmayan ve doğası gereği kendi içinde yer alan, cisimden bütünüyle farklı olan saf, boş uzamdır.”³⁷⁷ Philoponus, kendi *impetus* teorisi bağlamında uzayı, atomcuların uzayı gibi hareketsiz bir üç boyutluluk olarak düşünür.

Philoponus’un saf uzamsal mekân tanımı, niteliksel ayrımlarından soyulduğu için Aristoteles dinamiği ile uyumsuzdur. Ortam olarak mekân, bu tanıma göre, cismi doğal yerine taşıyan hareketin etkin nedeni değildir. Philoponus’a göre “mekânın bir güç sahibi olduğunu düşünmek saçmadır. Eğer her cisim doğal yerine gitme eğilimindeyse, bu belli bir yüzeye ulaşma isteğinden değil, *Demiurgus*’un cisme yüklemiş olduğu *impetustandır*.”³⁷⁸ Bir cisim aşağıya, mekân onu taşıdığı için değil, *Demiurgus* ona oraya gitme eğilimi ya da *impetusu* yüklediği için düşer. Bu çerçevede “yukarı” ve “aşağı” kavramları uzayın özsel nitelikleri olmaktan çıkmıştır.

Philoponus için hareket ettirici unsur mekân değil cisme yüklenen *impetustur*. Diğer bir deyişle Aristoteles için geminin hareketi, su yüzeyinde meydana getirdiği konkav biçimlerin ardışık biçimde birbirlerine yol vererek gemiyi hareket ettirmelerinden kaynaklanırken, Philoponus için geminin hareketi, sahip olduğu *impetustan* (rüzgârın yelkenler aracılığıyla gemiyi itmesi veya küreklerle geminin itilmesi gibi) kaynaklanır. Hareket ettirici unsur ile ilgili yapılan varsayımsal tercih, mekân üzerine yapılan spekülasyonları belirlemektedir.

On beşinci yüzyıl düşünürlerinden Crescas, Aristotelesçi mekân tanımını farklı bir açıdan eleştirir. Crescas, Aristoteles’in mekân tanımının, bir bütün olarak cismin, parçalarının toplamına eşit olması ilkesi ile çeliştiğini söyler. Aristoteles mekânı bitişik sınır diye tanımlar, şu halde bir küpün mekânı, küpün parçasından daha fazla yer kaplamalıdır; ama küpün bir kısmı kesildiğinde kalan parça bütünden daha küçük değil daha büyük bir mekâna sahip olur (yani küp kesildiğinde yüzey alanı büyür). Bu ise Öklid’in “bütün, parçadan büyüktür” ilkesi ile çelişir. Bu problem

³⁷⁷ Aktaran Jammer, *Concepts of Space*, 55-57.

³⁷⁸ Aktaran Jammer, *Concepts of Space*, 55-57.

Aristoteles'in mekânı, cismin yüzey alanı olarak tanımlamasından kaynaklanır. Crescas'a göre mekân hareketin etkin nedeni değildir.³⁷⁹

Philoponus'un eleştirisinden sonra Aristoteles'in doğal olmayan hareketin etkin nedeni olarak tanımladığı mekân tartışması *impetus* teorisi lehine çözülmüş ve yerini daha metafizik bir konu olan *plenuma* bırakmıştır. Aristotelesçi plenuma göre bir A cismi, daha önce B cismi tarafından işgal edilen mekâna geldiğinde, B cismi daha önce C cismi tarafından işgal edilen mekana gelir ve bu şekilde devam eder. "Cisimler aynı anda birbirlerine yer açarlar çünkü cisimler arasında boşluk yoktur ve *plenum* sürekli bir rotasyon halindeki sıvı gibidir."³⁸⁰ Aristoteles, evrendeki her şeyin suyun içindeki balıklar gibi olduğunu söyler, su ile balık arasında boşluk olmadığından, balık hareket ettikçe sürekli bir dizi halinde su porsiyonları balık ile yer değiştirir.³⁸¹ Lucretius, *De Rerum Natura* isimli eserinde Aristoteles'in analojisini şu şekilde eleştirir: "Balıklar nasıl hareket ederlerdi eğer su onlara boşluk açmasaydı; su nasıl balığa yer açardı eğer balık hareket etmeseydi? Bu nedenle, ya hareket mümkün olmaz ya da dünyada boşluk vardır."³⁸²

Philoponus'un Aristotelesçi hareket kavramına yönelik eleştirisi, Aristotelesçi hareket ettirici ilkeleri de tartışmaya açmıştır. Üçüncü bölümde Kuvvet kavramı üzerine yapılan tartışmanın göstereceği üzere, eğer *impetus* doğası gereği azalan ve yok olan bir itici güç olarak değil, ortam direnciyle azalan ve ortadan kalkan bir itici güç olarak yorumlanırsa, bu durumda gezegenler, Tanrı'nın yaratılışın başında onlara yüklemiş olduğu *impetus* ile hareket edeceklerdir. Bu yoruma esir maddesinin çok ince olmasından dolayı harekete direnç göstermemesi veya uzayın boş olması gibi bir yorum eklenirse, bu durumda *impetus* azalıp yok olmayan bir itici güç haline gelir ki, bu durum, gezegenleri hareket ettiren mücerret akılları tasfiye etme imkânı verir. Nitekim on yedinci yüzyıl düşünürleri böyle bir imetus teorisi tevarüs etmişlerdir. Bir sonraki aşamada ise Aristotelesçi "doğal yerler" doktrini tartışma konusu kılınacaktır ki bu, bir sonraki başlıkta görüleceği üzere, uzayın ontolojik statüsünün sorgulanmasına da neden olacaktır. Bu sorgulama, Stoacı *pneuma* üzerinden Henry

³⁷⁹ Jammer, *Concepts of Space*, 78-81.

³⁸⁰ Aristoteles, *Fizik*, 214a29.

³⁸¹ Lolordo, *Pierre Gassendi and The Birth of Early Modern Philosophy*, 113.

³⁸² Lucretius, *De Rerum Natura*, 26.

More ve Newton'a ulaştığında ise uzay, maddenin karşısına yerleştirilerek aktif ilkenin yeni kaynağı haline gelecektir.

2.2.1.2. *Plenumun Dönüşümü*

Plenum tartışmasının merkeze gelmesiyle düşünürler genelde antik atomculuğun ve Stoacılığın uzay fikirlerinden esinlenerek yeni uzay kavramsallaştırmaları teklif ederler. Aristotelesçi *plenuma* alternatif teklifler ise on altıncı yüzyıldan itibaren özellikle antik atomculuğun ve Stoacılığın cisimden ayrı, üç boyutlu uzay fikrinden esinlenen Bruno, Telesio ve Patrizi gibi düşünürlerden gelir.³⁸³

Ernst Cassirer'e ve Max Jammer'e göre gerçek anlamda Aristotelesçi *plenuma* yönelik eleştiri ve alternatif, on altıncı yüzyılda Bernardino Telesio ve Franciscus Patrizi'den gelmiştir. Telesio, antiketinin Stoacı kavramlarını benimser ve bu ona bazı cisimsel özelliklere spiritüel fonksiyonlar atfetme imkanı verir. Zaman ve uzaya bağımsız gerçeklik veren Telesio, onları somut cisimle aynı seviyeye yerleştirir. Uzay, Telesio için, tüm varlıkların alıcısıdır. Eğer bir cisim yerini terk ederse veya orayı terk etmeye zorlanırsa, cismin mekânı yok olmaz, aynı kalır ve başka bir cismi alabilecek hale gelir. Uzay cisimsel değildir, maddeyi alma potansiyelidir; bütün eylemlerden ve operasyonlardan aridir. Niteliksel farklılıklar göstermez, yapısal olarak bütünüyle homojendir ve dolayısıyla "doğal yerler"ın varlığı imkansızdır. Uzayın tüm parçaları herhangi bir tür maddeyi almak için eşit derecede potansiyalite sahibidir. Cismin uzaydaki hareketi, uzayın sahip olduğu niteliksel farklılıktan değil, fiziksel kuvvetlerden kaynaklanır. Uzay bir bütün olarak hareketsizdir ve duysal algıya açıktır. Fakat modern uzay kavramının önünde hala engeller vardır; skolastik felsefenin geleneksel töz-araz doktrini en büyük engeldir. Uzay teorisinin fiziksel temelini revize etmek yeterli değildir; yeni bir metafizik temel de gereklidir. Bunu gerçekleştirecek isim ise Franciscus Patrizi'dir.³⁸⁴

Patrizi, *Nova de Universis Philosophia* isimli eserinde, Tanrı'nın önce uzayı yarattığını, daha sonra da uzayın içinde maddeyi yarattığını söyler; dolayısıyla uzay

³⁸³ Reid, *The Metaphysics of Henry More*, 105-106.

³⁸⁴ Jammer, *Concepts of Space*, 85-86, ayrıca bkz: Michaela Boenke, "Bernardino Telesio", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2013 Edition), ed. Edward N. Zalta, erişim 05.02.2016, <<http://plato.stanford.edu/archives/fall2013/entries/telesio/>>.

bir araz olamaz. Zira arazlar töze bağlı olarak varolan kategorilerdir. Patrizi, uzayın bağımsız bir varlığa sahip olduğunu, diğer şeylerin onun içinde var olduğunu, uzayın var olanların ilki olduğunu, bu nedenle biricik ontolojik statüye sahip olması gerektiğini ifade eder. Uzay bireysel bir töz değildir; çünkü madde ve formdan oluşmaz; dolayısıyla cins veya tür değildir. Dolayısıyla Patrizi uzayı şöyle isimlendirir: “gayr-ı maddi cisim ve maddi gayr-ı cisim” (*an incorporeal body and a corporal non-body*).³⁸⁵ Uzaya biricik ontolojik statü verildikten sonra Patrizi uzayı, tüm varlığın ontolojik ve epistemolojik temeline yerleştirir ve fizik ile matematik ilişkisini tersine çevirir. Uzay sadece maddenin (doğanın) değil onun bilgisinin de önkoşuludur.³⁸⁶

Gassendi, uzayı maddeye önceleyen Patrizi’nin tezini benimseyerek uzayı sınırsız, hareketsiz, boş ve üç boyutlu olarak kabul eder. Gassendist uzay Aristotelesçi anlamda bireysel töz değildir.³⁸⁷ Tanrının cismi yaratmasından önce vardır; Tanrı cismi yok etse bile var olmaya devam edecektir. Fakat More’un *spirit* ile özdeşleştireceği bu uzay biçimi Gassendi için Tanrı ile ya da onun herhangi bir niteliği ile özdeş değildir. Gassendi için üçüncü bir ontolojik alandır ve her şeyden ayrıdır; töz veya araz değildir.³⁸⁸ Süreksiz madde, sürekli uzayı kısmen doldurur. Newton, More’un ve Gassendi’nin uzay teorilerini kendi sentezinin temeline koyacaktır.³⁸⁹

Bu tartışmaya devam etmeden önce, yukarıdaki tartışmaya paralel başka bir uzay kavramsallaştırmasına, fiziğinin dinamik temeline *vortex* teorisini koyduğu için temas mekanizmasına ihtiyaç duyan ve bu nedenle uzayı *plenum* olarak varsaymak zorunda kalan kartezyen felsefenin uzay kavramına değinilecektir.

³⁸⁵ Lolordo, *Pierre Gassendi and The Birth of Early Modern Philosophy*, 104-105.

³⁸⁶ Jammer, *Concepts of Space*, 86, ayrıca bkz: Fred Purnell, "Francesco Patrizi", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2008 Edition), ed. E. N. Zalta, erişim 05.02.2016, <http://plato.stanford.edu/archives/fall2008/entries/patrizi/>, ve bkz: Heinrich Kuhn, "Aristotelianism in the Renaissance", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2014 Edition), ed. Edward N. Zalta, erişim 15.02.2016, <<http://plato.stanford.edu/archives/fall2014/entries/aristotelianism-renaissance/>>.

³⁸⁷ Jammer, *Concepts of Space*, 92-94.

³⁸⁸ Reid, *The Metaphysics of Henry More*, 105-106.

³⁸⁹ Jammer, *Concepts of Space*, 92-94.

2.2.2. *Corpuscularist Plenum*

Aristotelesçi sistemde kozmos mutlak yönelimsel yapıdadır; sağ, sol, ön, arka gibi yönler Dünya'nın kozmostaki yerine ve yıldızların mutlak hareketine göre belirlenmiş mutlak yönlerdir; bu nedenle Aristotelesçi doğa felsefesinin temeli olan “yukarı” ve “aşağı” yönler farklı türde tözleri belirler. Herhangi bir dışsal engelin yokluğunda hafif elementler yukarıya, ağır elementler aşağıya gitme temayülündedirler. Doğal yer cismin dinamik davranışını belirler. Yer değiştirme, diğer bütün değişim biçimleri gibi bir başlangıç ve bir bitiş noktasına sahiptir. Bitiş noktası aynı zamanda sürecin amacıdır; onsuz herhangi bir değişim-hareket gerçekleşemez. Aristoteles'in genel değişim-hareket teorisi her şeyin bir süreç içinde, diğer bir deyişle oluş ve bozuluş içinde olduğunu kabul eder. Mutlak yönlü mekân doktrini, hareketin niçin ve nasıl gerçekleştiğini ortaya koyma anlamında Aristoteles'in dinamik teorisinin temelidir.³⁹⁰

Dünya'nın evrenin merkezi olarak kabul edildiği dönemde, doğal hareketler Dünya'nın merkezine göre belirlenmiş olduğundan dolayı, Dünya tüm hareketlerin referans noktasıdır; bu nedenle tüm hareketler mutlaktır.³⁹¹ Aristoteles mutlak ve görelî hareket ayrımı yapmamıştır; zira Dünya'nın merkezi ile evren küresinin merkezi çakışmaktadır. Fakat Dünya merkezden çıkarıldığında, görelî hareket ve mutlak hareket kavramlarının ayrıştırılması gerekmektedir.

Aristotelesçi varsayım, uzamı olan her şeyin madde olduğunu ifade eder. Descartes'a göre de cismi oluşturan boyutlar uzamı da oluşturan boyutlar olduğundan, madde ve uzam özdeşdir.³⁹² Dolayısıyla cisimden ayrı bir uzay var olamaz.³⁹³ Descartes için *plenum*, tıpkı Aristoteles için olduğu gibi tikel cisimlerin ardı sıra işgal ettikleri mekânların genelleştirilmiş bir soyutlamasıdır.³⁹⁴ Atomculuğun tüm biçimlerini reddeden Descartes için, herhangi bir uzamsal birim düşüncede bölünebilir

³⁹⁰ Gaukroger, *Descartes' System of Natural Philosophy*, 98-99.

³⁹¹ Heidegger, “Modern Bilim, Metafizik ve Matematik,” 60.

³⁹² Descartes, “Principles of Philosophy,” 227.

³⁹³ Descartes, “Principles of Philosophy,” 229-230.

³⁹⁴ Edward Slowik, “Descartes' Physics,” *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2014 Edition), ed. Edward N. Zalta, erişim 03.03.2016, <<http://plato.stanford.edu/archives/sum2014/entries/descartes-physics/>>.

olduğundan gerçekte de bölünebilirdir.³⁹⁵ Tanrı bunu yapma gücüne sahiptir.³⁹⁶ Matematiksel bölünebilirlik ile fiziksel bölünebilirliği özdeşleştiren Descartes için nihai bir atom ya da *minima naturalia* yoktur.³⁹⁷ Bu nedenle Descartes'a göre fizik uzayı, geometrik niteliklere indirgenebilir. Doğa, geometrik bir uzaydır ve doğal nesneler hareketli uzamlardır. Dolayısıyla doğa bilgisine ulaşmanın tek yolu matematiktir. Geometrik objeler, fizik dünyadan soyutlanarak oluşur; çünkü uzam, fizik dünyanın en temel özelliğidir, dolayısıyla doğa geometriktir.³⁹⁸

Descartes'ın görelî hareket kavramına göre gemide oturan bir yolcu kendini gemiye göre hareketsiz görebilir; fakat kıyıya göre hareketsiz değildir.³⁹⁹ Eğer hareket komşu-ardışık cisimler topluluğuna göre alınırsa, cisim tek bir hareket içinde yer alacaktır ve çelişkiler ortadan kalkacaktır. "İlişkiselîk" teorisine göre uzay, zaman ve hareket cisimler arasındaki ilişkilerdir ve cisimlerden ayrı varlıkları yoktur. Hareket, sadece cisimler arasındaki "görece fark" olarak vardır. Diğer bir deyişle cisimler hız, ivme gibi belirli niteliklere sahip değildir; var olan şey başka bir cisme göre ortaya çıkan görece hız ve ivme farklarıdır.⁴⁰⁰ "AB cisminin, CD cismi civarından başka bir yere taşınmasını, CD cisminin, AB civarından başka bir yere taşınmasını algılamadan algılayamayız."⁴⁰¹ "Hareket eden cisimde bulunan ve onlar sayesinde cismin hareket ettiğini söylediğimiz tüm gerçek ve olumlu nitelikler, onların durağan olduğunu düşünsek de, bu cisme ardışık komşu olan cisimlerde de bulunur."⁴⁰²

Descartes *Principia'nın* ikinci bölümünde madde ve uzamın özdeş olduğunu, çünkü uzam hariç tüm niteliklerin hayal yetisinde maddeden ayrılabilirken uzamın ayrılmaz olduğunu ifade eder. Descartes evreni, farklı büyüklüklü parçacıklardan oluşan hareketli maddeyle dolu hidrodinamik bir evrendir. Var olanlardaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik farklılıklar da atomculukta olduğu gibi bu parçacıkların farklı

³⁹⁵ Reid, *The Metaphysics of Henry More*, 53.

³⁹⁶ René Descartes, "Principles of Philosophy," 231-232.

³⁹⁷ Westfall, "Mechanical Philosophy," 636, ayrıca bkz: Lolordo, *Pierre Gassendi and The Birth of Early Modern Philosophy*, 130-131.

³⁹⁸ Burt, *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*, 97-98.

³⁹⁹ Descartes, "Principles of Philosophy," 233, 227-229 ve 233-235

⁴⁰⁰ Slowik, "Descartes' Physics".

⁴⁰¹ Descartes, "Principles of Philosophy," 235.

⁴⁰² Descartes, "Principles of Philosophy," 235-236.

geometrik konfigürasyonlarından ve hareketlerinden kaynaklanır. Eğer madde hareket ederse, madde ve uzay özdeş olduğu için uzay da hareket edecektir. Dolayısıyla bir cismin hareketi, diğer cisimlere göre bir harekettir. Çünkü akışkan (*vortex*) hareket ettiğinde, bir bütün olarak hareket edecektir.⁴⁰³ Sonuçta Descartes için yer değiştirme hareketi, rastgele seçilen bir referans noktasına göre gerçekleşen, hızın, doğrultunun ve takip edilen yolun bu noktaya göre belirlendiği bir harekettir.⁴⁰⁴ Örnek olarak hareketli bir teknede oturan bir insanın hareketi tekneye göre başka, kıyıya göre başka gerçekleşecektir. Ona göre pozisyonu belirlemek için hareketsiz olarak varsayılan diğer cisimlere bakılması gerekmektedir.⁴⁰⁵

Mekân ve uzay terimlerinin, bir yer işgal eden cisimden ayrı bir şeyi imledikleri düşünülemez. Bu iki terim de cismin diğer cisimlere nispetle büyüklük, şekil ve pozisyonunu ifade eder. Pozisyonu belirlemek için hareketsiz olarak varsaydığımız diğer pek çok cisme bakmalıyız. Diğer cisimlerle ilişkisi bağlamında aynı cismin hem yerini değiştirdiği hem de değiştirmedeği söylenebilir.⁴⁰⁶

Descartes, Aristotelesçi doktrini üçlü bir eleştiriye ve tashihe tabi tutar. İlk olarak cisimlerin niçin hareket ettikleri sorusuyla nasıl hareket ettikleri sorusunu birbirinden ayırır.⁴⁰⁷ *Principia*'nın ikinci kitabında hareketin doğasının, onu ortaya çıkaran nedene atıfla incelenmemesi gerektiğini, yani ereksel nedenin incelenmemesi gerektiğini ifade eder.⁴⁰⁸

Descartes kendi madde teorisi ile fiziksel mekanizması arasındaki teorik köprü olan *vortex* teorisi için *plenum* bir evrene ihtiyaç duymaktadır. Makro düzeydeki fenomenlerin gerçekleşmesini, mikro düzeydeki parçacıkların hareketleri ve fiziksel temaslı etkileşimleri ile açıklanması gerektiği varsayımını kabul eden Descartes, Aristotelesçi amaçsallığı reddettiği ve Güneş merkezli kozmolojiyi tercih ettiği için zorunlu olarak doğal yerler doktrinini de reddetmiştir. Bu minvalde, yukarıda açıklandığı üzere Aristoteles'in yapmış olduğu üçlü mekân kavramsallaştırmasından doğal yerler doktrini elendiği için, geriye kalan iki kavramsallaştırma olan cismin yüzey alanı olarak mekânı ile bütün mekânların toplamı olarak *plenum* kavramlarını,

⁴⁰³ Huggett and Hoefer, "Absolute and Relational Theories of Space and Motion".

⁴⁰⁴ Descartes, "Principles of Philosophy," 228 ve 233.

⁴⁰⁵ Gaukroger, *Descartes' System of Natural Philosophy*, 102.

⁴⁰⁶ Descartes, "Felsefenin ilkeleri," 109

⁴⁰⁷ Descartes, "Principles of Philosophy" 216.

⁴⁰⁸ Gaukroger, *Descartes' System of Natural Philosophy*, 99.

corpuscularist madde teorisi çerçevesinde yeniden yorumlayan Descartes, buradan hareketle kendi mekanik fiziğini inşa edebileceği temelleri oluşturma imkanı elde etmiştir.

2.2.3. Gassendi ve More'da Uzak Kavramı

Gassendi, *Exercitationes Paradoxicæ Adversus Aristoteles* (*Paradoxical Exercises Against the Aristotelians*) isimli eserinin muhtevasını şu başlıklarla özetler: Fizik, Yalın Cisimler, Mürekkep Cisimler, Metafizik, Etik, Mantık ve Aristoteles Felsefesi. Gassendi *Fizik* kitabında, doğal hareketin, genel olarak düşünüldüğünün aksine herhangi bir kaynağının olmadığını göstereceğini, eskilerin uzayını düzeltip Aristoteles uzayının yerine ikame edeceğini, bu şekilde boşluk fikrini ve yeni bir zaman teorisini ortaya koyacağını ifade eder.⁴⁰⁹

Gassendi, tıpkı Patrizi gibi uzayın gerçek olduğunu ama töz olmadığını kabul eder. Geleneksel olarak töz için gerekli iki kriter vardır: töz bağımsız olarak varlık sahibi olan ve arazların yüklendiği şeydir; uzay burada ikinci kriteri sağlamaz. Gassendi'ye göre bu kriter ancak bireysel cisimler için geçerlidir. Bu nedenle uzayın kendi ontolojik statüsü vardır.⁴¹⁰ Buna göre “zaman ve uzay akıldan bağımsız gerçekliklerdir; kurgular gibi akla bağımlı değildir; insan düşünsün veya düşünmesin uzay var olmaya ve zaman süredurmaya devam edecektir.”⁴¹¹

Gassendi'ye göre madde doğası gereği nüfuz edilemezdir; uzay ise doğası gereği nüfuz edilebilirdir.⁴¹² Boşluğun varlığını ve uzayın cisme bağlı bir varoluşa sahip olmayıp varlığının kendinde olduğunu göstermek için Gassendi, Patrizi'den aldığı düşünce deneyini uygular. Buna göre bir anlığına Tanrı'nın maddeyi ortadan kaldırdığı düşünülürse ortaya boşluk çıkacak ve en, boy ve derinlik hala orada olmaya devam edecektir; çünkü bunlar gayrı-maddidir. O halde uzay her şeyin içinde

⁴⁰⁹ Lolordo, *Pierre Gassendi and The Birth of Early Modern Philosophy*, 36-37, ayrıca bkz: Brundell, *Pierre Gassendi*, 62.

⁴¹⁰ Lolordo, *Pierre Gassendi and The Birth of Early Modern Philosophy*, 107.

⁴¹¹ Aktaran Lolordo, *Pierre Gassendi and The Birth of Early Modern Philosophy*, 107.

⁴¹² Lolordo, *Pierre Gassendi and The Birth of Early Modern Philosophy*, 102.

hareket ettiği hareket etmez olandır.⁴¹³ Uzay ontolojik olarak maddeyi önceler; çünkü uzay, maddesiz var olabilir ama madde, uzaysız var olamaz.⁴¹⁴

Walter Charleton *Physiologia Epicuro-Gassendo-Charltoniana* isimli eserini 1654 yılında yayınlamış ve İngiltere’de Gassendist teorinin tanınmasını sağlamıştır. Charleton bu eserinde, Patrizi ve Gassendi’nin söylediklerini tekrar ederek uzayın gerçek varlık sahibi ve kendi ontolojik statüsüne sahip olduğunu ifade eder. Uzay, mutlak olarak hareketsizdir ve gayr-ı maddidir. Fakat seleflerinden farklı olarak Charleton uzayın, Tanrı’nın her yerde bulunmaklığı (*omnipresence*) olduğunu söyler.⁴¹⁵

Newton’un uzay kavramsallaştırması bir taraftan Charleton üzerinden Gassendi ve onun da arkasında Patrizi’den (Stoacılık), bir taraftan da Henry More’un Neo-Platoncu fikirlerinden etkilenmiştir. More, makro cisimler ile mikro atomları ayırır ve cismin olmadığı ama atomların olduğu uzaya boş uzay der. Bu nedenle More evreni hala *plenum*dur.⁴¹⁶ More için uzay, ilahi özün kaba bir temsilidir (*a certain rough representation of the divine essence*).⁴¹⁷ *Spirit*, uzay aracılığıyla maddeyi hareket ettirmektedir⁴¹⁸; dolayısıyla bütün değişim ve hareketin kaynağı, hareket ettirici ilkesidir.⁴¹⁹ More, maddenin özünü uzam olarak belirleyen Descartes’ı eleştirerek maddenin özünü “nüfuz edilemezlik”,⁴²⁰ uzayın (*spirit*) özünü ise nüfuz edilebilirlik olarak tanımlar.⁴²¹ More, *spirit* için “dünya ruhu” (*the world of spirit*), “canlı töz”, “bölünmez töz” gibi isimler kullanır. *The Immortality of the Soul* isimli kitabında cismi nüfuz edilemez ve bölünebilir töz olarak tanımlar; *spirit* ise nüfuz edilebilir ve bölünmez tözdür. *Divine Dialogues* da ise cismin özünün bölünebilirlik, nüfuz edilemezlik ve pasiflik olduğunu; *spiritin* özünün ise yalınlık (*unity*:

⁴¹³ Lolordo, *Pierre Gassendi and The Birth of Early Modern Philosophy*, 109-110.

⁴¹⁴ Gaukroger, *Descartes’ System of Natural Philosophy*, 89.

⁴¹⁵ Robert Rynasiewicz, "Newton's Views on Space, Time, and Motion", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2014 Edition), ed. E. N. Zalta, erişim 20.02.2016, <<http://plato.stanford.edu/archives/sum2014/entries/newton-stm/>>.

⁴¹⁶ Reid, *The Metaphysics of Henry More*, 61.

⁴¹⁷ Lolordo, *Pierre Gassendi and The Birth of Early Modern Philosophy*, 108.

⁴¹⁸ Jammer, *Concepts of Space*, 44-48.

⁴¹⁹ Jammer, *Concepts of Space*, 42-44.

⁴²⁰ Gaukroger, *Descartes’ System of Natural Philosophy*, 101.

⁴²¹ Reid, *The Metaphysics of Henry More*, 64-65.

bölünmezlik), aktiflik ve nüfuz edilebilirlik olduğunu söyler.⁴²² More için *spirit*, uzay üzerinden bütün değişim ve hareketin kaynağı, hareket ettirici ilkesi olarak belirlenir.⁴²³ More, Tanrı'yı uzay ve zaman boyunca sonsuz uzamsal kabul etmiş; onun emirlerini ast bir sprituel varlığa tahsis ederek, amaçsal ve düzenli bir sistemin sadece mekanik güçlere indirgendiğinde parçalanacağını göstermeye çalışmıştır.⁴²⁴

2.2.4. *Spirit*in Eylem Alanı Olarak Mutlak Uzay

Newton'un mutlak uzay tanımlaması, kütle-çekim kuvvetinin metafizik açıklaması ve doğa yasalarının dayandığı temel olmak üzere iki işlevi yerine getirir. Newton'un madde ve uzay kavrayışı ilk olarak, More'un etkisi altında tamamlanmamış eseri *De Gravitatione*'de tartışılır. Newton'a göre uzay, More'da olduğu gibi maddenin özü uzam değil, parçacıkları bir araya getirici ve muhafaza edici güçtür. Bu güç, tıpkı Aristoteles'in formuna benzer; madde parçacıklarını uzayda nereye gitse, onları bir araya getirici unsurdur. Newton *De Gravitatione*'de Aristoteles'in *prime matter* ve ona yüklenmiş form teorisi ile kendi kavramsallaştırması arasındaki benzerliği teslim eder:

Uzam ile ona yüklenmiş form arasındaki ayrım neredeyse Aristoteles'in *prime matter* ile tözsel formu arasındaki ayrımına benzer; bu madde tüm formları alma potansiyeline sahiptir ve maddeye ilişen forma göre cisimler farklılaşır. Varsayıyorum ki herhangi bir form, uzayda nereye giderse gitsin, aynı cismi oluşturur.⁴²⁵

Bu teoriye göre Tanrı, önce uzayın bir kısmından nüfuz edilemez maddeyi yaratır ve nüfuz edilmezlik maddenin özü haline gelir. İkinci olarak Tanrı bu nüfuz edilemez maddeyi, nüfuz edilir boş uzayda belli yasalara göre hareket ettirmiştir. Üçüncü olarak bu hareketli nüfuz edilmez madde saydamdır, bu nedenle duyulurdur, çünkü cisimdir. Bu maddenin varlığı için Newton'a göre uzaydan ve Tanrı'nın iradesinden başka bir şeye ihtiyaç yoktur.⁴²⁶ Bu şekilde madde parçacıklarını bir araya getirici sempatik kuvvet olarak uzayın Tanrı iradesi olduğu ortaya çıkar. Newton bunu *De Gravitatione*'de şu şekilde açıklar:

⁴²² Reid, *The Metaphysics of Henry More*, 68-69.

⁴²³ Jammer, *Concepts of Space*, 42-44.

⁴²⁴ Burt, *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*, 197-199.

⁴²⁵ Aktaran Reid, *The Metaphysics of Henry More*, 128.

⁴²⁶ Biener and Smeenk, "Cotes's Queries: Newton's Empiricism and Conceptions of Matter," 112-113, ayrıca bkz: Gaukroger, *Descartes' System of Natural Philosophy*, 101-102.

Cisimlerin varlığı için makul olmayan tözlerin var olduğunu, bunun içinde tözsel formun olduğunu varsaymamız zorunlu değildir. Uzay ve ilahi irade cismin varlığı için yeterlidir. Uzay, ilahi irade tarafından, içinde cismin formunun korunduğu tözsel nesnenin yerini alır. İlahi iradenin üretimi ise form ya da içinde cismin üretildiği uzayın her bir boyutunu ifade eden formel nedendir.⁴²⁷

Ateş ve hava elementlerinin birleşimi olan Stoacı *pneuma*, yaşam nefesiyle ilişkilendirilmiştir. Ölüm anında *pneuma* bedenden ayrılır, bu yüzen bedenin bütünlüğünü sağlayan unsurdan mahrum olan madde çözülür. Varlık skalasında yukarıya çıkıldıkça, madde olmasıyla birlikte *pneuma* daha latif ve daha aktif hale gelir; içindeki hava oranı azalır, ateş oranı artar. Tanrı evrene içkindir, en yoğun, en sıcak ve en yaratıcı kozmik *pneuma* ya da esir formudur, saf ateştir. Evren, canlı bir beden olarak, yaratıcı ateş dört elementi yarattığında doğmuştur. *Pneuma* tarafından şekillendirilen ve sürdürülen kozmos canlı, rasyonel ve determinist bir düzendir.⁴²⁸ Newtoncu uzay-esir ile Stoacı *pneuma* arasındaki benzerlikler aşikârdır. İkisi de fizikseldir, ikisi de maddeye canlılıkla ve/ya bütünlükle ilişkili olarak form verir ve onu sürdürür.⁴²⁹ Newton bu esir maddesine “latif ruh” (*subtle spirit*), “doğanın evrensel ajanı”, “gizli ateş” ve “maddenin maddi ruhu” gibi isimler verir.⁴³⁰ 1675’te Henry Oldenburg’a yazdığı mektupta Newton şöyle der:

Bir esir ortamı olduğu varsayılıyor, tıpkı hava gibi ama daha latif, daha ince ve daha elastik. Elektrik, manyetik ya da çekim ilkeleri, belkide tüm doğa olayları esir ruhunun yapısından kaynaklanır. Buharın yoğunlaşarak suya dönüşmesi gibi bu ruh da yoğunlaşma ile tözlere dönüşüyor olabilir mi? Sonuçta, belkide her şey esirden oluşuyordur.⁴³¹

Newton için uzay ve madde, Descartes’da olduğu gibi özdeş değil ayrıdır; *De Gravitatione*’de Newton evreni, tıpkı More’un evreninde olduğu gibi, özü nüfuz edilmezlik ve hareket edebilirlik olan madde ile özü nüfuz edilebilirlik ve

⁴²⁷ Aktaran Biener and Smeenk, “Cotes’s Queries: Newton’s Empiricism and Conceptions of Matter,” 112.

⁴²⁸ Betty J. T. Dobbs, “Newton’s Alchemy and His Theory of Matter”, *The Scientific Enterprise in Early Modern Europe: Reading from Isis*, ed. Peter Dear (Chicago: The University of Chicago Press, 1991), 242.

⁴²⁹ Dobbs and Jacob, *Newton ve Newtonculuk Kültürü*, 46.

⁴³⁰ Dobbs, “Newton’s Alchemy and His Theory of Matter,” 243.

⁴³¹ Aktaran Jammer, *Concepts of Force*, 132.

hareketsizlik olan uzaydan oluşur.⁴³² Bu özsel ayırmadan sonra Newton, uzay ve maddeyi ayırmak için ek niteliklere başvurur. Şu halde uzay nüfuz edilebilir ve hareketsiz olmanın yanında sonsuz, ezeli-ebedi, *uniform* ve değişmezdir; bunun karşısındaki madde ise tam tersi niteliklere sahiptir.⁴³³ Uzay, Tanrı'nın algı merkezi, onun sudur edici etkisi, iradesinin eylem alanıdır.⁴³⁴

Patrizi'nin geleneksel töz-araz kategorilerinin dışına çıkardığı ve biricik ontolojik statü verdiği uzay fikrine dayanan Newton, *De Gravitatione*'de geleneksel töz-araz kategorilerinin kendi ontolojisi için uygun olmadığını, mutlak uzayın bağımsız var oluşa sahip olmadığını için Aristotelesçi anlamda töz olmadığını, içinde madde bulunmadığı zaman da var olduğu için araz olmadığını ifade eder. Newton için Tanrı hariç var olan her şey ancak uzay içinde var olabilir; dolayısıyla mutlak uzay bir şeyin var oluşunun zorunlu koşuludur. Mutlak uzayın varlığı ise ontolojik olarak bir tek Tanrı'ya bağlıdır.⁴³⁵

Newton için madde parçacıklarını bir arada tutan şey parçacıklar arası kuvvetlerdir (*spiritin* fiilleri). Newton için atomlar sonsuza kadar bölünemezdir ama boşluk antik atomculuğun boşluğundan farklıdır; orada kuvvetler vardır.⁴³⁶ Maddeyi boşluklu bir yapı olarak gören Newton için mutlak uzay, boşluklarda saf fiil halde bulunan kuvvetlerin eylem alanıdır.⁴³⁷ Bu kuvvetler maddi değildir ama fizikseldir. Bununla beraber ürettikleri sonuçlar ölçülebilirdir. Kuvvetler yasalara göre düzenli bir biçimde etkir. Metafizik statüleri şüpheli olsa da doğal fenomenlerin açıklanmasında kullanışlıdır.⁴³⁸ Newton *Principia*'nın sonunda şöyle der:

⁴³² Reid, *The Metaphysics of Henry More*, 128.

⁴³³ Gaukroger, *Descartes' System of Natural Philosophy*, 101-102, ayrıca bkz: Biener and Smeenk, "Cotes's Queries: Newton's Empiricism and Conceptions of Matter," 113.

⁴³⁴ Nick Hugget, "What did Newton Mean by Absolute Motion?," *Interpreting Newton*, ed. Andrew Janiak and Eric Schliesser (Cambridge: Cambridge University Press, 2012), 211, ayrıca bkz: Micheal Friedman, "Newton and Kant on Absolute Space: from Teology to Transcendental Philosophy," *Interpreting Newton*, ed. Andrew Janiak and Eric Schliesser (Cambridge: Cambridge University Press, 2012), 343, ve bkz: Arslan, *Çağdaş Doğa Düşüncesi*, 75-76.

⁴³⁵ Huggett and Hoefer, "Absolute and Relational Theories of Space and Motion", ayrıca bkz: Bechler, *Newton's Physics*, 259-261.

⁴³⁶ Dobbs, "Newton's Alchemy and His Theory of Matter," 248-249.

⁴³⁷ Sambursky, *Physics of the Stoics*, 38.

⁴³⁸ Dobbs, "Newton's Alchemy and His Theory of Matter," 249-250, ayrıca bkz: Bechler, *Newton's Physics*, 11.

Ve şimdi latif ruhla (*subtle spirit*) ilgili bir şeyler ekleyebiliriz. Onun kuvvet ve eylemiyle cismin parçacıkları yakın uzaklıklarda birbirlerini çekerek cismin bütünlüğünü sağlarlar. Daha uzak mesafelerde *spiritin* elektriksel kuvveti, cismin parçacıklarını birbirine çeker.⁴³⁹

Newton için aktivite üreten kuvvetlerin maddeye içkin olması teolojik olarak kabul edilemezdir. Aktiflik tanrısallığa ait bir şeydir; onu maddeye içkin kabul etmek ateizme giden bir yoldur. Bu nedenle Newton, kuvvetlerin sadece parçacıklar arasında etkidiğini söyler. Kuvvet maddenin bir niteliği değil, Tanrı'nın uzaydaki fiilidir.⁴⁴⁰ Newton, Bentley'e yazdığı mektupta şunları yazar:

Eğer kütle çekim, Epicuroşçu anlamda olduğu gibi özsel ve doğal ise, cansız bir maddenin (esir) gayr-ı maddi bir şeyin aracılığı ve karşılıklı etkileşimi olmaksızın başka bir maddeyi etkilemesi kavranamazdır. “Kütle-çekim maddenin doğal ve özsel bir özelliğidir; dolayısıyla bir cisim, boşluklu bir mesafede başka bir aracı (esir) olmaksızın diğer bir cisme etki edebilir ve bu şekilde bir cismin etkisi ve kuvveti diğer cisme aktarılabilir” fikri benim için saçmadır. Kütle-çekim, belli yasalara göre sürekli olarak etki eden maddi ya da gayr-ı maddi bir aracının ortaya çıkardığı bir şeydir.⁴⁴¹

Newton için kuvvetler metafizik varlıklardır ve antropomorfik olarak algılanırlar.⁴⁴² Fakat yine *Principia*'da latif ruhla ilgili inanışlarını yeni doğa felsefesinin dışında tutulması gerektiğini düşündüğünden, kuvvetlerin doğasına dair herhangi bir spekülasyon yapmaz.

Burada çekim (*attraction*) kelimesini herhangi bir çaba, cisimlerin birbirlerine doğru temayülleri anlamında, bu çaba maddenin kendinden mi kaynaklanıyor, ruhlardan mı (*spirits*) yoksa esir veya havadan ya da maddi veya gayr-ı maddi herhangi bir ortamdan mı kaynaklanıyor hesaba katmadan, genel olarak kullandım. Benzer şekilde itki (*impulse*) kelimesini kuvvetin fiziksel niteliklerini veya güçlerini tanımlamadan, sadece onun niceliklerini ve matematiksel oranlarını, daha önce *Tanımlar*'da yaptığım gibi, soruşturdum. Matematikte kuvvetin niceliklerini ve oranlarını varsayımsal durumlar üzerinde soruştururuz. Fiziğe girdiğimiz zaman ise bu oranları doğal fenomenler ile karşılaştırırız ki kuvvetlerin hangi durumlarda pek çok olgu için cevap ürettiğini

⁴³⁹ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 547.

⁴⁴⁰ Dobbs, “Newton's Alchemy and His Theory of Matter,” 252, ayrıca bkz: Friedman, “Newton and Kant on Absolute Space: from Theology to Transcendental Philosophy,” 347.

⁴⁴¹ Aktaran Burt, *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*, 265-266.

⁴⁴² Jammer, *Concepts of Space*, 106.

bilebilelim. Bu hazırlıktan sonra güvenli bir şekilde fiziksel güçleri ve nedenleri ile kuvvet oranlarını ele alabiliriz.⁴⁴³

Friedman ve Downing'in de ifade ettiği üzere, Kartezyen felsefe ile Newtoncu felsefe arasındaki merkezi tartışma, ağırlık ve maddenin bir araya gelişi olgusunun *vortex* fırtınasından mı yoksa nedenine bakılmaksızın kütle-çekim kuvvetinden mi kaynaklandığı üzerinedir.⁴⁴⁴ *Principia*'daki mutlak uzay fikri sadece cismi bir araya getirici unsur olarak *spiritin* eylem alanı değil, aynı zamanda doğa yasalarını (aksiyomlar) temellendirmek için gerekli olan mutlak referans sistemi varsayımının bir unsurudur. Diğer bir deyişle *Principia*'da serimlenecek olan mekanik fiziğin ihtiyaç duyduğu işlevsel metafizik temeldir.

2.2.5. Newtoncu Doğa Felsefesinin Metafizik Temeli Olarak Mutlak Uzay

Newton, fiziksel evrene paralel olarak inşa ettiği matematiksel ve ideal evrenin, mutlak zaman, mutlak uzay ve mutlak harekete göre oluşturulduğunu, ama bu modelin fiziksel olana uygulanması durumunda her zaman göreceli hareketler ile çalışılması gerektiğini ifade eder.⁴⁴⁵ Bu nedenle Newton için fiziksel dünyada göreceli uzay, zaman ve hareket vardır. Fakat bunlar hep mutlak-ideal bir referans sistemine atıfla ölçülebilir ki, bu aynı zamanda fenomen ile teori arasındaki ilişkidir. Fakat Newton, mutlak uzayın, zamanın ve hareketin sadece ideal bir varsayım değil bir gerçeklik olduğunu, Tanrısal gözetim için bunun zorunlu olduğunu düşünmüştür.

Newton'un mutlak uzay kavramı *Principia*'nın giriş kısmında *Scholium*, kitabın sonundaki *General Scholium* ve *Opticks*'in girişindeki *Queries* bölümlerinde ortaya konur. Bu bölümlerde Newton uzayı homojen, hareketsiz, değişmez, sabit ve duyumsanamaz olarak nitelendirir. Mutlak uzay farklı cisimlerin mutlak mekânlarının birleşimidir. Mutlak hareket, cismin bir mutlak mekândan başka bir mutlak mekâna iletimidir. Bu iki mutlak mekân arasında uzay sonsuz, ezeli-ebedi ve sürekli olarak anlaşılmalıdır.⁴⁴⁶ Newton *Principia*'da mutlak uzayın kendi doğasında,

⁴⁴³ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 192.

⁴⁴⁴ Friedman, "Newton and Kant on Absolute Space: from Theology to Transcendental Philosophy," 343-344, ayrıca bkz: Lisa Downing, "Maupertius on Attraction as an Inherent Property of Matter," *Interpreting Newton*, ed. Andrew Janiak and Eric Schliesser (Cambridge: Cambridge University Press, 2012), 287.

⁴⁴⁵ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 8.

⁴⁴⁶ Reid, *The Metaphysics of Henry More*, 125-126.

dışsal herhangi bir şeye referans verilmeden her zaman homojen ve hareketsiz kalan şey olduğunu söylemekle yetinir.⁴⁴⁷ Newton *De Gravitatione*'nin tersine, burada açık bir biçimde uzayın töz, araz, ruh, madde ya da form olduğuna dair herhangi bir özelleştirme yapmaz.⁴⁴⁸

Jammer'in de ifade ettiği gibi doğa yasalarının geçerliliği için mutlak bir referans sistemi vazgeçilmezdir. Newton'un sistemine mutlak uzay kavramını sokması yalnızca yöntemsal bir zorunluluk değildir; aynı zamanda onun matematiksel realizminden dolayı uzay, insandan bağımsız nesnel matematiksel bir yapıya sahiptir. Birinci doğa yasası olan eylemsizlik ilkesi için mutlak uzay bir önkoşuldur; düzgün doğrusal hareket rastgele görelî bir uzayda değil, sabit bir referans sisteminde geçerlidir.⁴⁴⁹ Mutlak hareket, doğa yasalarına göre gerçekleşen harekettir. Bu nedenle görelî hareket mekanik bir süreç olarak ele alınamazdır.⁴⁵⁰

Newton, *Principia*'nın girişinde, "Tanımlar" ve "Doğa Yasaları"ndan önce yazdığı *Scholium* bölümünde, yapmış olduğu kova deneyine dayanarak mutlak uzay varsayımını temellendirmeye çalışır. Newton'un kova deneyi, havada bir iple asılı ve içi su dolu bir kovanın hareketleriyle ilgilidir. Önce halat sıkıştırılır sonra da serbest bırakılır. İlk olarak kovanın çevresi hareket ederken su hareketsizdir ve su yüzeyi düzdür, daha sonra su da kovanın kenarına göre hareket eder ve kovaya göre hareketsiz hale gelirken gözlemciye göre kovanın hızında hareket etmeye başlar. Bu durumda suyun yüzeyi konkav şekil alır. Newton'un bu deneyden çıkardığı sonuç, doğru-mutlak dairesel hareketin biricik olduğu ve sayıca çok olan görelî yer değiştirmelerle özdeşleştirilemeyeceğidir. Newton'a göre doğru-mutlak-biricik hareket, bağımsız bir şekilde akan zaman ile hareketsiz-üç boyutlu Öklid uzayına göre olan harekettir.⁴⁵¹

Newton mekaniğinde mutlak hareket ve dolayısıyla mutlak hız deneysel olarak belirlenemez. Fakat Newtoncu anlamda ivme, mutlak uzayda mutlak hızın değişim oranı, tıpkı kova deneyinde suyun çekilme yüksekliğinin gözlemlenmesinde olduğu

⁴⁴⁷ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 6.

⁴⁴⁸ Hugget, "What did Newton Mean by Absolute Motion?," 211.

⁴⁴⁹ Jammer, *Concepts of Space*, 101-102.

⁴⁵⁰ Hugget, "What did Newton Mean by Absolute Motion?," 204.

⁴⁵¹ Jammer, *Concepts of Space*, 47.

gibi belirlenebilir. Tek bir istisna vardır ki, *Corollary VI*'de ifade ettiği gibi, ivme eğer sistemin bütün parçaları aynı oranda ivmeleniyorsa gözlemlenemez ve dolayısıyla ölçülemezdir.⁴⁵² Bu nicelikler ilk olarak duyusal ve görelî, ikinci olarak matematiksel ve mutlak olmak üzere iki şekilde kavramsallaştırılır.⁴⁵³

Newton'a göre uzay, cisimlerden ayrı ve cisimlerin varlığından bağımsızdır. Mutlak hareket, bu nedenle, diğer cisimlere göre tanımlanamaz. Hareket halindeki bir gemide, bir cismin görelî yeri, geminin bir parçasıdır ki cisim orayı işgal eder. Bu nedenle cisim, gemi ile birlikte hareket eder. Görelî sükun, cismin gemide işgal ettiği yerdeki sürekliliğidir. Mutlak sükun ise hareketsiz bir uzayda cismin işgal ettiği yerdeki sürekliliğidir ki bu, geminin de içinde bulunduğu Dünya'dır. Eğer Dünya hareketsiz ise, gemiye göre görelî olarak sükun halinde olan cisim, Dünya'ya göre mutlak bir hareket içinde olacaktır. Eğer Dünya hareket ediyorsa, cismin hareketi, kısmen hareketsiz uzaya göre Dünya'nın mutlak hareketinden, kısmen de Dünya'ya göre geminin görelî hareketinden ortaya çıkar. Eğer cisim gemide hareket ediyorsa, bu cismin doğru hareketi, mutlak uzaya göre Dünya'nın mutlak hareketinden, Dünya'ya göre geminin göreceli hareketinden ve gemiye göre cismin göreceli hareketinden ortaya çıkar ki bu durumda cisim, Dünya'ya göre görelî hareket etmiş olur.⁴⁵⁴

Newton, "kendisine diğer cisimlerin yerlerini ve hareketlerini açıklamak için referans verdiğimiz hiçbir cisim gerçekte sükun halinde olmayabilir"⁴⁵⁵ diyerek mutlak uzay ve hareketi tanımlama olasılığı sağlayan hiçbir noktanın kesin olmadığını ve hareket teorisinin yanlış olabileceğini ifade eder. Şu halde hareket ve uzay, teoriyi sınırlandırıcı ve düzenleyici ilkeler olmaları bakımından mutlak olarak alınmalıdır. Aynı şekilde gözlemlenebilirlik ve test edilebilirlikten bağımsız bir varlık olarak mutlak zaman ile ilgili Newton "zamanın doğru bir biçimde ölçülmesi vasıtasıyla elde edilebilecek düzgün hareket diye bir şey olmayabilir. Tüm hareketler ivmeli veya yavaşlayan hareketler olabilir ama mutlak zamanın akışında zaman hiçbir

⁴⁵² Huggett and Hoefer, "Absolute and Relational Theories of Space and Motion".

⁴⁵³ Robert Rynasiewicz, "Newton's Views on Space, Time, and Motion", ayrıca bkz: Bas C. Van Fraassen, *An Introduction to the Philosophy of Time and Space* (New York: Columbia University Press, 1992), 23.

⁴⁵⁴ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 6-9.

⁴⁵⁵ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 8.

değişime tâbi değildir”⁴⁵⁶ der. Aynı argüman, mutlak sükun ve hareket için geçerlidir. Ama mantıksal olarak mutlak sükun halinde bir cisim olabilir “fakat bunu bilmek imkansızdır... Mutlak sükun, yeryüzündeki cisimlerin yerleriyle belirlenemez.”⁴⁵⁷ Eylemsizlik yasası gereği, bir sistemin bileşenleri olan cisimlerin birbirlerine göre hareketleri, sistemin hareketli olup olmamasından bağımsız olarak aynıdır. Bu göreli hareketler mutlak hareketleri göstermez. “Bir cismin mutlak hareketi, sükun halinde görünen diğer cisimlerin hareketlerine göre belirlenmez, bunu belirlemek için diğer cisimlerin sadece sükun halinde görünmesi değil aynı zamanda gerçekten sükun halinde olmaları gerekir.”⁴⁵⁸ Sonuç olarak, mutlak zaman, uzay, sükun ve hareket gözlemlenemez, Newton her ne kadar bazı cisimlerin mutlak sükun halinde olabileceklerini ifade etse de, böyle cisimler olsa bile, bunların tanımlanamayacağını ve bu nedenle mutlak hareketi tanımlamak için kullanılamayacaklarını ifade eder. Newton’un evreni, göreli-pratik-duyusal ve mutlak-teorik-duyulardan soyutlanan şeklinde ikiye bölmesi sonucunda oluşan şemada, ilk bölüm gözleme ve test edilebilir sonuçlara ihtiyaç duyarken, ikinci bölüm buna ihtiyaç duymaz; çünkü teorik olgulardan oluşmaz ama doğru veya yanlış mutlak gerçeği ya da kendinde şeyi (*numen*) betimlerler. Newton için pratik fiziğin konusu olarak müşterek olgular felsefi araştırmanın konusu değildirler; felsefi araştırmanın konusu, duyulardan soyutlama yapılarak elde edilmiş varlıklardır. Bu varlıklar duyusal değildir; dolayısıyla aktif de değildir; bu nedenle fenomenal dünyaya herhangi bir iz bırakmazlar. Onların varlığı nedensel değildir; dolayısıyla duyusal sonuçlardan çıkarımla elde edilmezler. Newton için mutlak uzay ve zaman, fenomenal olguların varlığı için mantıksal olarak zorunlu koşullardır; bu nedenle bu mutlak varlıklara aktif rol verilemez,⁴⁵⁹ onların işlevi sınırlandırıcı ve düzenleyici olmaktır.

Newtoncu mutlak uzay görüşü, Newton’un kuvvet kavramsallaştırmasından doğar. Eğer kuvvet, cismi ivmelendiren güç olarak tanımlanır ve ölçülürse, sistem içindeki cisimler arası etkileşim sistemin hızından bağımsız olmalıdır. Bir referans sisteminde, örnek olarak sabit yıldızlara göre Güneş sisteminde, cismin gözlemlenen

⁴⁵⁶ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 8.

⁴⁵⁷ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 9.

⁴⁵⁸ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 9.

⁴⁵⁹ Bechler, *Newton’s Physics*, 254-256.

ivmesi, cisme uygulanan kuvvet ile doğru orantılı olacaktır. Bu nedenle hiçbir Newtoncu deney, cismin hızını ya da sistemin hızını mutlak uzaya göre belirleyemez. Diğer bir deyişle cisimlerin, kendisine referansla düzgün doğrusal hareket yaptığı bir mutlak uzay belirlenemezdir.⁴⁶⁰ Bu nedenle Newton'a göre Descartesçi anlamda görelî hareketler, matematiksel ve gerçek harekete, yani mutlak zaman ve uzaya göre gerçekleşen harekete ulaşmak için soyutlama yapılması gereken fenomenlerdir. Tüm görelî referans sistemleri, mutlak uzaya göre hareket eden koordinat sistemleridir. "Cisimler verili bir uzay ile sınırlandırıldığında, cisimlerin hareketleri, düzgün doğrusal olsun veya dairesel olsun, birbirlerine göre olduğu gibi aynı zamanda onlara göre hareketsiz olan uzaya göredir de."⁴⁶¹ Bu referans sistemleri kendi içlerinde kapalı sistemler olarak düşünüldüğünde, mutlak uzaya göre gerçek hareket yaparlar. Fakat doğruluğun son derecesine, diğer bir deyişle hakikate, mutlak uzaya referansla ulaşılabilir.

Newton mutlak bir referans noktasından bakılmadığı müddetçe olguların deforme olup duyularımızı aldatacağını, ama mutlak bir referans noktasından bakıldığında olguları oldukları gibi gözlemleyebileceğimizi söyler. Newton bu şekilde Descartes'ın hidrodinamik uzayının karşısına statik uzayı ve boşluğun (direnc göstermeyen esirle dolu uzayı Newton boş uzay olarak nitelendirir) varlığını yerleştirir.⁴⁶²

2.2.6. Değerlendirme

On yedinci yüzyılda gerçekleşen uzay tartışmaları, mekanik felsefenin tözsel formu reddetmesi sonucunda, atomların veya parçacıkların uzayda dağılmasını önleyen ve onları bir araya getirip var olanları ve evreni oluşturan unsurun ne olduğunun soruşturulması temelinde gerçekleşir. Sorunun çözümüne dair varsayımlar, uzayın dolu olması veya boş olmasına göre değişiklik arz eder. Eğer Descartes'ın durumda olduğu gibi uzay bir *plenum* ise, bu durumda maddeyi oluşturan parçacıklar bir

⁴⁶⁰ Robert Disalle, "Space and Time: Inertial Frames", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2009 Edition), ed. Edward N. Zalta, erişim 15.03. 2016, <<http://plato.stanford.edu/archives/win2009/entries/spacetime-iframes/>>.

⁴⁶¹ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 20-21.

⁴⁶² Huggett and Hoefer, "Absolute and Relational Theories of Space and Motion", ayrıca bkz: Friedman, "Newton and Kant on Absolute Space: from Teology to Transcendental Philosophy," 342-343.

bütündür ve maddenin dağılması söz konusu değildir. Tanrı'nın yaratılışın ilk anında latif maddeye yüklemiş olduğu *impetus*, değişmez töz olan maddenin-uzamın üzerindeki bütün duyusal değişimi gerçekleştiren yeter nedendir. Bu doğal zorunluluğa tabi olmayan tek varlık *Res Cogitans*'tır.

Evren bir *plenum* olarak düşünülmez, Gassendi'nin durumunda olduğu gibi boşluk varsayılırsa, bu durumda atomların, Tanrı'nın atomlara yüklediği *impetus*-ağırlık tarafından hareket ettirildiği söylenecek ve bu *determinist* evrende insanın iradesi özgür olamayacaktır. More'un teorisi ele alınırsa, bu durumda uzay, atomları bir araya getirici *spiritin* eylem alanı olarak kavramsallaştırılacak ve düşünür *Anima Mundi* doktrinine eklenerek mistisizme düşecektir.

Newton, Patrizi-Gassendi-Charleton-Boyle üzerinden gelen biricik ontolojik statüye sahip mutlak uzay fikri ile More'un *spiritin* eylem alanı olarak uzay fikrini, Descartesçi mekanik zorunluluklar ya da doğa yasaları bağlamında yorumlamıştır. Daha sonra Kepler, Galileo ve Huygens üzerinden tevarüs ettiği mekanik birikimi, kuvvet kavramını oluşturmak için kullanmış, mutlak uzay ve kuvvet kavramlarını, doğa yasaları ile birlikte kendi dinamik teorisinin temeline yerleştirmiştir.

On yedinci yüzyılda iki önemli dinamik teorisi ile karşılaşılır. İlk teori, Descartes'ın dışsal kuşatıcı bir unsur olarak *plenum* ve fiziksel temas mekanizması varsayımına dayanan *vortex* teorisi çözümüdür. İkinci teori ise Newton'un, Tanrı tarafından uzaya bahşedilmiş, içsel kuşatıcı bir unsur olarak sempatik-okült çekim kuvveti çözümüdür.

Descartes'ın teorisinde akışkan latif maddenin dinamik işlevi, Newton teorisinde madde parçacıkları arasındaki uzaya hasredilir ve Newton uzayı, Descartes'ın madde ile özdeşleştirmesinin tersine, maddenin karşıtı olarak kavramsallaştırır. Her ne kadar Newton, uzayın esir maddesi ile dolu olduğunu kabul etse de, bu esir maddesi gezegen hareketlerine ihmal edilebilir derecede küçük bir direnç gösterir.⁴⁶³ Newton'un esir maddesini reddetmemesinin nedeni ise, madde parçacıkları arasındaki etkileşim için bir ortamın gerekli olduğuna dair inancıdır.⁴⁶⁴

⁴⁶³ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 351-396, ayrıca bkz: Biener and Smeenk, "Cotes's Queries: Newton'a Empiricism and Conceptions of Matter," 107.

⁴⁶⁴ Cohen, "Newton's Third Law and Universal Gravity," 587-588.

2.3. Kuvvet Kavramı

Kuvvet kavramı, insanın irade gücünden, spiritüel etkisinden ya da kas gücünden analogi yapılarak, cansız nesneleri hareket ettiren gücü ifade etmek için kullanılan teorik terimdir. On yedinci yüzyıldan sonra kuvvet, kütlenin tanımlanmasında aracı bir kavram haline gelmiş ve momentumun zamansal değişim oranı olarak tanımlanarak animistik imâlardan arındırılmıştır.⁴⁶⁵ Diğer bir deyişle, on yedinci yüzyıl ile birlikte hareketin nedeni, cismin doğasından alınıp cisimden ayrı olan kuvvetlere tahsis edilmiştir. Cismin hareketini açıklamak, etkin nedeni, yani kuvveti ve bu kuvvet ile cismin kütlesi, ivmesi, hızı arasındaki ilişkileri belirlemekle mümkün hale gelmiştir. Bu belirlenim cismin özünü açıklamakla yapılamaz; çünkü hem kuvvetler maddenin dışında ve ondan ayrı varlıklardır, hem de mekanik felsefenin madde teorileri cisimlere öz yüklemeyi imkânsız hale getirmektedir.⁴⁶⁶

Neo-Platoncu-Aristotelesçi form kavramsallaştırması ile Yeniçağın fiziksel mekanik kuvvet kavramsallaştırması arasındaki köprü Stoacılığın sempatik kuvvetidir. Çünkü bir töz olarak form, en, boy ve derinlik sahibi değildir; dolayısıyla maddeden tümüyle ayrı ve onun karşıtıdır. Öte yandan Stoacılığın sempatik kuvveti, maddi olan *pneumanın* bir fiilidir. Maddi yapılar arasındaki etkileşimin okült biçimidir ve temas mekanizmasını ortadan kaldırır. Şu halde gayr-ı maddî form bir kuvvet olarak yorumlanırsa, *pneumatik* sempati, maddî olan *pneumanın* bir fiili olmasından dolayı fizikseldir. Yeniçağın kuvvet kavramı ise gayr-ı maddi ve fizikseldir.

Bu bölümde, Aristoteles'te *phûsis*, Philponus'ta *impetus*, Stoacılarda *sympathaei*, Kepler'de *vis motrix*, Huygens'te *conatus* ve nihayet Newton'da *vis impressa* haline gelen hareket ettirici ilkenin, niteliksel değişimin niceliksel harekete indirgenmesi bağlamında, niteliksel gayr-ı maddi-formel-sempatik-içkin güçten, niceliksel fiziksel-mekanik-aşkın kuvvete dönüşümü iddiası, tarihsel ve felsefi olarak temellendirilmeye çalışılacaktır.

⁴⁶⁵ Max Jammer, *Concepts of Force: A Study in the Foundation of Dynamics* (Cambridge: Harvard University Press, 1957), 7.

⁴⁶⁶ Bechler, *Newton's Physics*, 153-154.

2.3.1. Spritüel-Sempatik Kuvvet

Erken kozmolojistler (Thales, Anaximander, Anaximenes gibi) doğayı canlı bir varlık, kendi kendine hareket eden bir organizma ve bireysel şeyleri doğuran anlamında birincil töz olarak kavramsallaştırmışlar ve bu şekilde hareketin nedenini doğanın organik oluşuyla temellendirmişlerdir. Daha sonraki süreçte, birincil elementler cisimsel ve cansız maddeye indirgendiğinde, hareketin nedeni sorusu ortaya çıkmıştır.⁴⁶⁷

Kuvvet kavramı, doğadaki düzenleyici ve hareket ettirici ilke olarak Empedokles'in *philia* ve *neikos* (sevgi ve nefret) ve Anaxagoras'ın *nous* doktrinleriyle ortaya çıkar. İki doktrin de hareketin nedenlerini açıklamayı amaçlar. Her ne kadar gayr-ı maddî olarak değil, uzay ve cisimde bir yayılım olarak görülse de "hareketin nedenleri" (anakronik bir ifade olmasının bilinciyle) kuvvet olarak yorumlanabilir.⁴⁶⁸

Dinamik nedensellik kavramsallaştırması Eleacı düşünceye bir tepki olarak ortaya çıkmıştır. Parmenides için olan şey sonsuz, hareketsiz, bölünmez ve sürekli bir doluluktur (*plenum*); oluş, bozuluş, hareket ve değişim yoktur.⁴⁶⁹ Empedokles ve Anaxagoras'ın teorilerinde Parmenidesçi "varlık" birincil elementlere aktarılmış ve bu elementler değişmez tözler olarak kabul edilmiştir. Oluş ve bozuluşu açıklamak için Anaxagoras, maddenin dışında ayrı hareket ettirici bir tür ruh ya da kuvvet varsayar. İnsan ile kurulan bir analogi ile teorize edilen gayr-ı maddî dinamik düzenleyici ilkeye ya da kuvvete de *nous* der. İlk madde, *nousun* ona düzen vermesinden önce hareketsizdir. *Nous*, dışsal ilke olarak hareketin ve değişimin itici gücü ya da nedenidir. Anaxagoras için *Nous* hala cisimsel tözün özelliklerini gösterir; bir tür akışkan ve latif tözdür; fakat diğer bütün maddi şeylerden farklıdır. Empedokles ise *philia* ve *neikos* doktriniyle oluş ve bozuluşu açıklamanın ancak birbirine karşıt kuvvetler ile mümkün olduğunu düşünür. Empedokles'in teorisinde

⁴⁶⁷ Eduard Zeller, *Grek Felsefesi Tarihi*, çev. Ahmet Aydoğan (İstanbul: Say Yayınları, 2008), 55-58, ayrıca bkz: Reijer Hooykaas, *Religion and the Rise of Modern Science* (Edinburgh and London: Scottish Academic Press, 1972), 1-2, ve bkz: Hesse, *Forces and Fields*, 39-42.

⁴⁶⁸ Jammer, *Concepts of Force*, 25, ayrıca bkz: Hesse, *Forces and Fields*, 39-42.

⁴⁶⁹ Zeller, *Grek Felsefesi Tarihi*, 79-82.

dört element ve iki kuvvet vardır; bu dört element “sevgi” ile oluşu, “nefret” ile bozuluşu gerçekleştirirler.⁴⁷⁰

Platon’un kuvvet kavramı onun metafizik varlık doktrini ile yakından ilişkilidir. Erken kozmolojistler için hareket maddeye içkin bir niteliktir; çünkü varlık yaşayan bir organizmadır. Platon için de öyledir; fiziksel gerçekliğe hareket bahşedilmiştir; çünkü doğa ölümsüz bir *psūchê* (nefs) sahibidir. *Psūchê* ölümsüzdür; çünkü onun hareketi, Güneş, Ay ve yıldızların hareketi gibi sürekli. *Psūchê*, kendinde hareket eden tüm hareket biçimlerinin nedenidir.⁴⁷¹ Platon’un ifadesiyle “*Psūchê* bütün varlığıyla ölümsüzdür. Kendi kendine hareket eden, kendini terk etmeyen, hareket ettirdiği her şeyin hareketinin nedeni, kaynağı ve başlangıcıdır.”⁴⁷²

Platon için gerçek olan *ideal*lardır, tikel varolanların gerçeklikleri yoktur. Aristoteles için ise gerçek tikel varolanlardır (birincil tözler); onların hareket ettirici ilkesi de form ya da doğadır (*phûsis*). Aristoteles’e göre form değişmez ama değiştirir; hareket etmez ama hareketin (*metabolê*) kaynağıdır.⁴⁷³

Aristoteles doğada dört türlü hareket varsayar; niceliksel hareket, niteliksel hareket, mekânsal hareket (bu üç hareket arazlarda olduğundan *kinesis* terimi kullanılır) ve tözsel hareket (bu hareket için ise *genesis* ve *pthora* (oluş ve bozuluş) terimleri kullanılır).⁴⁷⁴ *Kinesis* anlamındaki tüm arazî hareketlerin hareket etmeyen hareket ettiricisi form (*morphe-eidos*),⁴⁷⁵ tözün varlığa gelmesi (*genesis*) için gerekli hareketin hareket ettiricisi ise Tanrı’dır (hareket etmeyen ilk hareket ettirici).⁴⁷⁶ *Kinesis* için hareket ettirici ile hareket eden arasında hiçbir şey olmamalıdır;⁴⁷⁷ ama tözün varlığa gelmesi, yani maddede potansiyel halde bulunan formun açığa çıkması için gerekli etkin neden konumundaki Tanrı ile madde arasında göksel küreler

⁴⁷⁰ Zeller, *Grek Felsefesi Tarihi*, 85-95.

⁴⁷¹ Jammer, *Concepts of Force*, 28-29.

⁴⁷² Plato, *Phaedrus*, trans. Robin Waterfield (New York: Oxford University Press, 2002), 245c.

⁴⁷³ Hesse, *Forces and Fields*, 68-69; ve Duralı, *Aklın Anatomisi*, 86.

⁴⁷⁴ W.T. Jones, *Batı Felsefesi Tarihi 1. Cilt*, çev. Hakkı Hünler (İstanbul: Paradigma Yayınları, 2006), 329, ayrıca bkz: Gunnar Skirbekk ve Nils Gilje, *Antik Yunan’dan Modern Döneme Felsefe Tarihi*, çev. E. Akbaş ve Ş. Mutlu (İstanbul: Kesit Yayınları, 2006), 96.

⁴⁷⁵ Preus, *Historical Dictionary of Ancient Greek Philosophy*, 96 ve 175.

⁴⁷⁶ Hesse, *Forces and Fields*, 70-71.

⁴⁷⁷ Aristoteles, *Fizik*, 243a.

vardır.⁴⁷⁸ İki durumda da uzaktan etki yoktur, yani hareket eden ile hareket ettirici arasında boşluk yoktur.

Aristoteles formun ya da doğanın (*phûsis*), şeylerdeki hareket ettirici neden olduğunu ve her hareketin ya doğal ya da zoraki olduğunu ifade eder.⁴⁷⁹ Hareketin, hareket etmeyen kaynağı olmak itibarıyla doğa (*phûsis*), şeyi potansiyel (*dynamis*) ya da aktüel (*energeia*) olarak var eder.⁴⁸⁰ Her hareketin bir istikameti, bir amacı olduğu için de şey doğası gereği *entellecheia* (amaç-plan) sahibidir.⁴⁸¹ Potansiyelite, aktüelite ve amaç *phûsis*'ten kaynaklanır.⁴⁸²

Doğal olmayan hareket (zoraki hareket), kökü olan tözden bütünüyle ayrılamaz. Bu nedenle Aristoteles mekaniğinde bu kuvvet iki biçim ile sınırlandırılmıştır: itme ve çekme.⁴⁸³ Kuvvet-güç, nesnesinden ayrıştırılamaz olduğundan dolayı, hareket ettirici, hareket süresi boyunca, hareket ettirilen şey ile sürekli temas halinde olmalıdır.⁴⁸⁴ Dolayısıyla tüm yerel hareketler itme ve çekmeye indirgenmelidir.

Belli bir uzaklıktan kuvvet etki edemeyeceği için Aristoteles'in kavramsal şemasında, gezegenlerin ve yıldızların hareketleri için bir hareket ettirici gereklidir. *Metafizik*'te göksel kürelere ezeli ebedi hareket ettirici ilkeler yükler.⁴⁸⁵ *Gökyüzü Üzerine* de ise şöyle der:

Hareket eden her şey bir şey tarafından hareket ettirilir; hareketteki düzensizlikler ya hareket ettiriciden ya da nesneden ya da ikisinden kaynaklanır. Eğer hareket ettirici sabit bir güçle etki etmezse ya da eğer nesne sabit kalmaz da değişirse, bu iki durumda da hareket değişir. Fakat bu hipotezlerin hiçbiri göklere uygulanamaz; hareketin nesnesinin birincil, yalın, yaratılmamış, yok edilemez, değişmez olduğu gösterilmişti; o halde hareket ettirici daha iyi olmalıdır; sadece birincil birincili hareket ettirebilir, yalın yalını, değişmez değişmezi, yok edilemez yok edilemezi.⁴⁸⁶

⁴⁷⁸ Hesse, *Forces and Fields*, 71-72.

⁴⁷⁹ Aristotle, *On the Heavens*, trans. W. K. C. Guthrie (Cambridge: Harvard University Press, 1939), 279, ayrıca bkz: Aristoteles, *Fizik*, 192b.

⁴⁸⁰ Preus, *Historical Dictionary of Ancient Greek Philosophy*, 94, 102, 103 ve 204.

⁴⁸¹ Jones, *Batı Felsefesi Tarihi 1. Cilt*, 329.

⁴⁸² Aristoteles, *Fizik*, 194a.

⁴⁸³ Aristoteles, *Fizik*, 243a-243b.

⁴⁸⁴ Aristoteles, *Fizik*, 243a.

⁴⁸⁵ Aristotle, *The Metaphysics*, 1073a25-35

⁴⁸⁶ Aristotle, *On the Heavens*, 171-172.

Aristoteles'te olduğu gibi Stoacılar için de hareket bir hareket ettirici ilkeye gereksinim duyar. Eski Yunan tıbbındaki “*sympatheia*” kavramı, bedenin bir parçasındaki hastalığın başka bir parçayı etkilemesini ifade etmek için kullanılır. Stoacılara tarafından kozmosa uygulanan bu fikir Galenos tarafından da ayrıntılı olarak tartışılmıştır. Buna göre doğa, her şeyin her şeyle içsel bir ilişkide ve bağlantıda olduğu bütünün adıdır. Afrodisyaslı İskender'e göre “*sympatheia*” her yeri kuşatan akışkanın (*pneuma*) fiilidir. Neo-Platoncu okul ise *pneumayı* dünyaya içkin külli *psūchē* olarak yorumlar.⁴⁸⁷

Sympathaei fiili, bir töz olan *pneumanın* *modus operandisidir*. Aristotelesçi fizik açısından kuvvet tözden sadır olan hareket ettirici ilkedir ve hareket eden ile hareket ettirenin fiziksel temasını gerektirir. Stoacılara göre ise *sympathaei*, *pneumanın* bir eylemi olarak uzaktan etkir. *Sympathaei* kavramı bilimsel, felsefi ve mistik literatürde, Roma dönemi boyunca çok önemli bir yer işgal etmiştir. Plotunius *Enadlar*'da, uzaktan etkiyi bu kelime ile karşılar. Ortaçağın iki önemli entelektüel yaşam biçimi olarak astroloji ve sihir, rasyonel meşruiyetlerini Plotunius'un *sympathaei* kavramına yüklediği içerikte bulurlar.⁴⁸⁸

Stoacılara göre evren, yaratılmamış ve yok edilemez iki ilke (*archē*) üzerine kurulmuştur. Birinci ilke pasif madde (su ve toprak), ikinci ilke maddeyi kendi planına göre dizayn eden sonsuz akıl *logos* ya da *pneumadır* (ateş ve hava). Stoacılar, ateş ve hava elementlerinin bir araya gelmesiyle oluşan *pneumanın*, diğer bütün cisimlerin içine nüfuz ettiğini ve onları, her ne iseler o olacak şekilde bir araya getirdiğini düşünmüşlerdir.⁴⁸⁹ Galenos, “Birleştirici Nedenler Üzerine” (*On Cohesive Causes*) isimli eserinde bu felsefeyi şu şekilde açıklar:

Bazılarının maddi bazılarının aktif ve dinamik dediği birleştirici, bir araya getirici neden ile ilgili ilk konuşanlar Stoacılarıdır. Onlara göre maddi elementleri bir arada tutan aktif ve dinamik şey hava ve ateş elementleridir; su ve toprak maddi elementlerdir. Onlara göre dört element bir birine karıştığından, dinamik bütün (hava ve ateş) maddi olana (su ve toprak) nüfuz eder. İki aktif elemet latif parçalara sahiptir, diğer iki pasif element

⁴⁸⁷ Jammer, *Concepts of Force*, 43-44, ayrıca bkz: Sambursky, *Physics of the Stoics*, 1-40.

⁴⁸⁸ Jammer, *Concepts of Force*, 44-47, ayrıca bkz. Hesse, *Forces and Fields*, 126.

⁴⁸⁹ Gad Freudenthal, “Clandestine Stoic Concepts in Mechanical Philosophy: The Problem of Electrical Attraction”, *Renaissance and Revolution: Humanists, Scholars, Craftsmen and Natural Philosophers in Early Modern Europe*, ed. J.V. Field and F.A. James (Cambridge: Cambridge University Press, 1993), 169, ayrıca bkz: Sambursky, *Physics of the Stoics*, 1-7.

katıdır. Her töz, Stoacıların *pneuma* dediği latif parçaya sahiptir ve *pneumanın* işlevi doğal ve canlı cisimlerdeki bütünlüğü sağlamaktır.⁴⁹⁰

Stoacıların Tanrı'sı (*pneuma*) maddeye içkindir (*immanent*); Platon'un *Demiurge*'si gibi maddenin dışında ve karşısında değildir. *Pneuma*, bütün varolanların varlığını sürdürme ve hareket etmesinin nedenidir. Stoacılara göre Dünya bir *plenum*dur ama boşluk ile sarmalanır; maddenin boşlukta dağılıp gitmesini engelleyen şey ise *pneuma*dır. Maddi olana etki edebilmesi için *pneumanın* da maddi olması ve onunla karışması gereklidir.⁴⁹¹ Atomcu teori ise *pneumatik* ilkeyi reddetmiş ve atomlara kancalar, tırnaklar, pençeler raptederek atomların bir araya gelişlerini ve o şekilde kalmalarını açıklamaya çalışmıştır. Fakat bu açıklama biçimi de elastiklik, elektriksellik ve manyetiklik gibi olguları açıklamakta tatmin edici olamamıştır.⁴⁹² Dobbs ve Jacop bu durumu şu şekilde özetler:

Cisimlerin yapışması sorunu – yani küçük parçacıkları bir arada neyin tuttuğu problemi, ayrı parçacıkların varlığını öne süren teorileri çok uğraştırmıştır ve atomcu düşünce biçimi, aynı nedenle antik çağlarda bile eleştirilmiştir. Canlı formların bir arada durması, maddenin küçük parçacıklarının oluşturabileceği rastgele ve mekanik hareketten, nitelik açısından farklı gözükmektedir. Atomcu düşünce biçimi, cansız nesnelerdeki mekanik yapışmayı da açıklayamaz, çünkü böyle bir düzeni açıklamaya yönelik her girişim, atomların geometrik düzenlenişine ya da belli koşullar altındaki eylemsizliğine yönelik kanıtlanması olanaksız hipotezler gerektirir.⁴⁹³

Anaxagorascı *nous*, Platoncu *idea* ve Neo-Platoncu *logos* kavramları ile birleştirilerek spiritüel töz olarak, atlas feleğinin ötesine yerleştirilmiştir. Maddi bir yapı olan *pneuma*, Neo-Platoncu çizgide gayr-ı maddî külli nefis ile yer değiştirir. Dualist doğanın kuvvetleri ve varolanlar, yarı cisimsel yarı spiritüel olarak salt maddi ve salt ruhsal (Tanrı) iki ucun arasına hiyerarşik olarak yerleştirilir.⁴⁹⁴

⁴⁹⁰ Aktaran Freudenthal, "Clandestine Stoic Concepts in Mechanical Philosophy: The Problem of Electrical Attraction," 170.

⁴⁹¹ Dirk Baltzly, "Stoicism", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2014 Edition), ed., Edward N. Zalta, erişim 17.03.2016, <<http://plato.stanford.edu/archives/spr2014/entries/stoicism/>>.

⁴⁹² Freudenthal, "Clandestine Stoic Concepts in Mechanical Philosophy: The Problem of Electrical Attraction", 171-172.

⁴⁹³ Dobbs and Jacob, *Newton ve Newtonculuk Kültürü*, 24.

⁴⁹⁴ Jammer, *Concepts of Force*, 49-52.

2.3.2. *Impetus* Kavramının Dönüşümü: İtici Kuvvet ve Direnç Kuvveti

Aristoteles fiziği, on ikinci ve on üçüncü yüzyıllarda Batı'ya ulaşmadan önce, pek çok Grek ve İslam filozofu, Aristoteles'in hareket üzerine yaklaşımlarını yoğun biçimde tartışmışlardır. Philoponus, altıncı yüzyılda Aristotelesçi hareket kuramını eleştirerek, sadece ortamın direnç göstermesi gerekliliğini değil, aynı zamanda ortamın hareket ettirici ilke olarak işlevini de reddetmiştir.⁴⁹⁵ Ona göre maddi olmayan bir hareket ilkesi (*impetus*), hareket ettirici tarafından hareket edene yüklenmektedir. Bu ilke, hareket süresince cismin hızını arttırarak azalmakta, en son tükenerek ortadan kalkmakta ve cisim nihayet doğal yerine dönmektedir.⁴⁹⁶

Impetus teorisini savunan ilk İslam filozofu İbn Sina'dır. Crombie'nin ifadesiyle İbn Sina ödünç kuvvet olarak tanımladığı *motive force* tabirini, ateşin suyu ısıtması gibi, hareket ettiricinin hareket edene verdiği nitelik olarak düşünmüştür.⁴⁹⁷ Zoraki hareket söz konusu olduğunda, İbn Sina bir cismin, ağırlığıyla doğru orantılı bir *mail* (*impetus*) alma kabiliyetine sahip olduğunu söyler. Bu, örnek olarak, niçin küçük deri bir topun, hafif bir tahtadan ya da tüyden daha uzağa fırlatılabildiğini açıklar. İbn Sina, ilk olarak *impetus*u, dış bir direncin olmadığı zaman cisimde var olmaya devam eden kalıcı bir nitelik olarak varsayar. Bu varsayım doğruysa, bir cisim boşlukta zoraki hareket ettirildiğinde, dış bir direnç olmayacağı için hareketini belirsiz bir süre ve belirsiz bir yol boyunca devam ettirecektir; çünkü durması için herhangi bir neden yoktur. Daha sonra, Aristoteles gibi⁴⁹⁸ o da bunun mümkün olamayacağını ve dolayısıyla boşluğun var olamayacağını söyler. Çünkü tecrübe ve gözlem bu tür hareketin mümkün olabileceğine imkân vermez.⁴⁹⁹

Philoponus'tan etkilenen diğer bir isim İbn Bacce, Aristotelesçi kuramı eleştiren İslam filozoflardandır. Ona göre göksel cisimler ortamdan herhangi bir direnç görmezler. Bu nedenle İbn Bacce, Aristotelesçi Ay altı-Ay üstü ontolojik ayrımını reddeder. Ona göre bu iki bölgede de aynı hareket yasaları geçerlidir.⁵⁰⁰ İbn Bacce dirençli ortamın, hareketin gerçekleşmesi için gerekli olmadığını, ama ortamın direnç

⁴⁹⁵ Cushing, *Fizikte Felsefi Kavramlar 1*, 112-113.

⁴⁹⁶ Goddu, "Impetus", 509-511.

⁴⁹⁷ Freely, *The Emergence of Modern Science, East and West*, 190-191.

⁴⁹⁸ Aristoteles, *Fizik*, 265a.

⁴⁹⁹ Grant, *Pyhsical Sciences in Middle Ages*, 49.

⁵⁰⁰ Freely, *The Emergence of Modern Science, East and West*, 193.

gösteren bir işlevi olduğunu düşünür. O halde gözlemlenebilir hareket, engelsiz (ideal) hareket ile ortam direncinin farkıdır. Buna göre İbn Bacce, dirençsiz ortamda, yani boşlukta hareketin, cismin ağırlığı, boyutları ve ona yüklenen *impetus* ile ölçülebileceğini iddia etmiştir. Ortamın toplam direnci, doğal harekete nasıl direnç gösterir ve ölçülebilir olan son hızı nasıl üretir? Bu direnç nasıl ölçülebilir? On altıncı yüzyılda Galileo benzer bir anti-Aristotelesçi yerde duracaktır.⁵⁰¹

On dördüncü yüzyıla gelindiğinde, genel olarak iki kuvvet kabul edilmeye başlanır: Hareket edene, hareket yönünün tersi yönde etki eden direnç kuvveti ve cisimlerin doğal yerlerine dönme isteklerinin şiddetini ifade eden içsel kuvvet. Ağırlık ve hafiflik, bu nedenle, ikinci kategoriye ait kuvvetlerdir. Buna göre her cisim, ağır ve hafif elementlerin bir bileşimidir; eğer cismi oluşturan elementlerden, hafif olanların toplam gücü (*motive quality*), ağır olanların toplam gücünden büyükse cisim gökyüzüne doğru; tersi durumda yere doğru hareket edecektir. Bu kavramsallaştırma içsel direnç kavramını doğurur. Buna göre bileşik cismin hareketi, karşıt yönlerde etki eden iki güçten baskın gelen hafiflik ise, ona itici güç (*motive force*), ağırlığa da içsel direnç (*internal resistance*) denir. Tersisi durumunda da eğer ağır nitelik hafif nitelikten üç kat olan ve beş kat olan iki cisim alınırsa, buna göre, aynı ortamda olan bu iki cisimden ikincisi daha hızlı düşecektir. İçsel direnç ortam direncinin olmadığı boşlukta anlık hızı engeller. Bütün cisimler boş uzayda hareket ediyor olarak düşünülebilir, çünkü itici gücü ve direnç gösteren gücü kendi bünyesinde taşır.⁵⁰²

Buradan itibaren teoriler serbest düşmeyi açıklamak için kuvvet kavramına dayanmaya başlar. Aristoteles'in "kendi kendine hareket eden cisimlerin canlı varlıklar olduğunu, cansız varlıkların başka bir şey tarafından hareket ettirildiklerini" ifade eden açıklaması artık kabul edilebilir değildir; çünkü bu cansız varlıkların hareketine yönelik bu açıklama, hareketin başlamasını açıklar ama devam etmesini açıklayamaz. Pek çok yeni teori geliştirilmiş ve çoğunda ağırlık, cismi hareket ettiren ve hareketi devam ettiren içkin kuvvet olarak düşünülmüştür. *Impetus* kavramıyla yapılan analogi ile itici kuvvet (*motive force*) içsel bir hareket ettiriciye, ağırlık ise

⁵⁰¹ Grant, *Pyhsical Sciences in Middle Ages*, 42-43, ayrıca bkz: Freely, *The Emergence of Modern Science, East and West*, 194-195.

⁵⁰² Grant, *Pyhsical Sciences in Middle Ages*, 45-53, ayrıca bkz: Walter R. Laird, "Medieval Science and the Scientific Revolution", *Encyclopedia of the Scientific Revolutions: From Copernicus to Newton*, ed. Wilbur Applebaum (London and New York: Garland Publishing, 2000), 661-663.

içsel kuvvete indirgenmiştir. Bu kuvvet, hareketi yaratmak için başka bir töze ihtiyaç duymaz. Hareketin nedeni olarak maddi yayılımlı kuvvet kavramı, içsel aktivite olarak kuvvet kavramı ile yer değiştirmiştir.⁵⁰³

Ondördüncü yüzyılda, özellikle (Ockhamlı William'ın öğrencisi) Buridan ile birlikte, göksel kuvvet (*virtus caelestis*) bütün uzaya yayılan ve cisimlere etki eden bir kuvvet alanı gibi varsayılmaya başlanır. Bu varsayıma göre bir cisme yüklenen *impetus*, cismin madde miktarıyla cismin hızının çarpımıdır ve dış bir etken tarafından azaltılmadıkça sonsuza dek kalıcıdır.⁵⁰⁴ Buridan, bu nedenle, mücerred akılların (*intelligence motrices*) göksel kürelerin hareketinin sürekliliğinin nedeni olması varsayımını reddeder. Aristoteles'e ve takipçilerine karşı olarak, Buridan'ın geliştirdiği teoride, Tanrı evreni yarattığında göksel kürelere *impetus* yüklemiştir; onu tüketecek herhangi bir direnç de olmadığı için göksel kürelerin hareketi sürekli. Buridan, bu kavramı sistematik olarak dairesel hareket eden göksel cisimlere uygulayan ilk kişidir. Buridan, nominalist Paris Okulu üzerinde çok etkili olmuştur.⁵⁰⁵ Örnek olarak Saksonyalı Albert şöyle der:

Tanrı göksel küreleri yarattığında onların herbirine bir hareket vermiştir ve göksel cisimler hareketlerine bugün hala, onlara Tanrının yüklediği *impetus*un etkisiyle devam etmektedirler. *Impetus* herhangi bir azalmaya uğramaz; çünkü hareket eden göksel cisimler *impetusa* karşı herhangi bir eğilim göstermezler, tıpkı bozulmaya göstermedikleri gibi.⁵⁰⁶

Buridan'ın göksel hareketlerin içsel nedeni olarak *impetus* kavramsallaştırması, onbeşinci yüzyılda yeniden canlanan Platonculuk ile daha spiritüel biçimde yorumlanmıştır. Bu yorumun en açık ifadesi, kendisine sorulan “Peki Tanrı Atlas Feleği'nin hareketini nasıl yaratmıştır?” sorusuna Kuzalı Nicholas'ın cevabıdır:

Senin bir küreyi hareket ettirmen gibi. Fakat bu Felek doğrudan Tanrı ya da Tanrı'nın Ruhu tarafından hareket ettirilmez, tıpkı küreyi çevirenin sen veya senin ruhun

⁵⁰³ Jammer, *Concepts of Force*, 65-69.

⁵⁰⁴ Cushing, *Fizikte Felsefi Kavramlar 1*, 113-114.

⁵⁰⁵ Jammer, *Concepts of Force: A Study in the Foundation of Dynamics*, 69-71, ayrıca bkz: Grant, *Physical Sciences in Middle Ages*, 50.

⁵⁰⁶ Aktaran Jammer, *Concepts of Force*, 69-71.

olmaması gibi. Sen bu hareketi başlatansın, çünkü iradeni takiben elinin küreyi itiş bir *impetus* yaratır ve *impetus* tükenene kadar küre hareketine devam eder.⁵⁰⁷

Tartışmanın devamında, nasıl ruh insan bedenine can veriyorsa, *impetusun* da Feleğe öyle can verdiği ifade edilir. Çocuk ölü, yani hareketsiz olan topu alır ve ona göksel kürelerin hareketi gibi dairesel bir hareket verir. Çocuğun neden olduğu, uyandırdığı “hareket ruhu” topta potansiyel olarak vardır; bu ruh topta, topa yüklenen kuvvetin gücüne göre uzun veya kısa bir süre topta durur; ne zaman ruh topa can vermeyi durdurur, top o zaman dönmeyi bırakır.⁵⁰⁸

Benzer şekilde Nicholas Bonetus, “zoraki harekette, süresiz ve geçici bir form cisme yüklenir ve boşlukta hareket, form var olduğu müddetçe devam eder; ortadan kaybolduğunda da biter” diyerek, süresiz ve geçici form ile *impetusu*-itici kuvveti kasteder.⁵⁰⁹ On altıncı yüzyılda hakim olan, gayr-ı maddî form-ruh yüklemek anlamında *impetus* teorileri hala Aristotelesçi *bütün* formülasyonuna yaslanır. Bu teoriler, tikel durumlardaki doğal olmayan hareketleri açıklarken, doğal hareketler için hala kısmen modifiye edilmiş Aristotelesçi teori kullanılmaktadır. Doğal hareket ve cismi bir arada tutan kuvvet ya da güç ile ilgili Aristotelesçi yerde duran bu düşünürlere alternatif olarak kabul edilebilecek Stoacı teoriye iki örnek verilebilir. İlk olarak Girolamo Fracastoro şöyle der,

Aynı bütünden iki parça birbirlerinden ayrıldıklarında, her biri diğerine tözsel formunu yayar; aradaki uzaya yayılan sempati birbirleriyle temas kurar ve parçalar birbirlerine meylederler, tekrar birleşmek ve tek bir bütün olmak için. Karşılıklı çekimi açıklamak için yol budur; demirin mıknatısa sempatisi tipik bir örnektir.⁵¹⁰

Fracastoro için bütün hareketler cisimlerin çevreleriyle bulundukları sempatik ve antipatik ilişkilerce belirlenir. Benzer biçimde Ludovicus şöyle der,

Sempati kuvveti tohumlarda, bitkilerde, metallerde ve hayvanlarda vardır. Sempati kuvveti, doğanın bütününe, onun ayrı parçalarını çözülemez bir bağla birbirlerine bağlayacak şekilde nüfuz eder... Bu kuvvet sayesinde ki evren parçalarını görünmez

⁵⁰⁷ Aktaran Jammer, *Concepts of Force*, 69-71.

⁵⁰⁸ Jammer, *Concepts of Force*, 69-71.

⁵⁰⁹ Aktaran Grant, *Pyhsical Sciences in Middle Ages*, 49.

⁵¹⁰ Aktaran Jammer, *Concepts of Force*, 72-73.

bağlarla birleştirerek kendini bir arada tutar. Eğer parçalar birbirlerinden ayrılırlarsa, parçalanmamak için bir araya gelirler.⁵¹¹

Stoacı bu teoriye göre sempatik kuvvet evrendeki düzeni devam ettirir. Evrenin pek çok parçası, organik bir *bütünün* parçaları olarak, birbirlerini karşılıklı olarak etkilerler. Bu fikir atmosferi, form ve madde karşıtlığı üzerinden kavramsallaştırılan antik doğanın yerine, madde ve kuvvet üzerinden kavramsallaştırılan yeni bir doğanın ikame edilmesini sağlayacaktır. Fakat kuvvet kavramı hala nitelikseldir ve fiziksel belirleme için gerekli olan nicelikselliği kazanmış değildir.⁵¹²

2.3.3. Spritüel-Sempatik Kuvvetten Fiziksel-Mekanik Kuvvete

Kopernik'e göre tüm cisimler doğal olarak Dünya'nın merkezine gitme temayülü gösterir. Dünya'nın küresel şekilde olmasının nedeni de budur. Aynı şekilde ışıklı göksel madde Güneş'in merkezine, Mars'ın maddesi de Mars gezegenin merkezine gitme temayülü gösterir. Göksel cisimlerin küresel şekilli olmalarının nedeni de budur. Kopernik, "öyle sanıyorum ki bu temayül, Tanrı'nın parçaları bir küre biçiminde birleştirmek ve böylece birlik ve bütünlüklerini sağlamak için cisimleri oluşturan parçalara bahşetmiş olduğu doğal bir eğilimden başka bir şey değildir"⁵¹³ der. Gilbert ve Galileo'nun da benimseyeceği bu teoriye göre, her bir göksel cisim kendi küresinin merkezine gitmeye çalışır; diğer küresel cisimler ile aralarında herhangi bir etkileşim yoktur.⁵¹⁴

Kepler, düşmenin-çekimin-bir araya gelişin ve dolayısıyla ağırlığın bir etkinlik (*action*) değil bir edilgenlik (*passion*) olduğunu iddia ederek kuvvet kavramının niceliksel bir tanımının ilk denemesini yapan isimdir.⁵¹⁵ Fakat Kepler, tüm cisimler arasında karşılıklı bir etkileşim olabileceğini düşünemez; ona göre pasif maddeyi hareket ettirici, manyetik kuvvetle analogi yapılarak kurgulanan aktif bir ilke (*anima motrix*) gereklidir.⁵¹⁶ Kepler canlı ruh (*anima motrix*) terimini neredeyse bir metafor olarak, göksel cisimlerin karşılıklı hareketlerini yöneten gayr-ı maddî üst bir ilke

⁵¹¹ Aktaran Jammer, *Concepts of Force*, 74.

⁵¹² Jammer, *Concepts of Force*, 75-76.

⁵¹³ Aktaran Thomas S. Kuhn, *Kopernik Devrimi*, çev. Halil Turan, Dursun Bayrak, Sinan K. Çelik (Ankara: İmge Kitapevi, 2007), 405.

⁵¹⁴ Hesse, *Forces and Fields*, 127-128.

⁵¹⁵ Hesse, *Forces and Fields*, 129.

⁵¹⁶ Hesse, *Forces and Fields*, 129.

anlamında kullanır.⁵¹⁷ *Mysterium Cosmographicum*'da (1596) kullanılan *anima motrix* (canlı güç) kavramı, *Anstronomia Nova*'da (1609) önce *species immateriata* (gayr-ı maddi sempati) kavramına,⁵¹⁸ daha sonra da *vis motrix* (mekanik-fiziksel kuvvet) kavramına dönüşür.⁵¹⁹ Collingwood'un ifadesiyle Kepler, niteliksel hareket üreten canlı enerjiyi (*vital energy: anima motrix*) niceliksel hareket üreten mekanik kuvvete (*vis motrix*) dönüştürmüştür.⁵²⁰

Kepler, *Astronomia Nova*'da şöyle der: “Eğer *anima* kelimesini *vis* kelimesiyle değiştirirsek, göksel fiziğin en önemli prensibini elde ederiz.”⁵²¹ Dijksterhuis'a göre *anima* yerine *vis* kelimesini kullanmak, animistik kavramsallaştırmadan mekanik kavramsallaşmaya geçişi simgeler. Kepler doğayı *instar divini animalis* (ilahi olarak canlandırılmış) varlık olarak değil, *instar horologii* (saat olarak yapılmış) varlık olarak görmektedir.⁵²² 1605 tarihli bir mektubunda Kepler şöyle yazar:

Amacım, göksel mekanizmanın tanrısal ve canlı bir varlık olmadığını, fakat bir tür otomatik saat olduğunu ve var olan her hareketin basit manyetik ve maddi bir güçten kaynaklandığını göstermektir. Tıpkı saatin içindeki tüm hareketlerin küçük bir ağırlıkla çalışması gibi... Ayrıca, bu fiziksel hareketleri sayısal ve geometrik bir düzlemde açıklamaya çalıştım.⁵²³

Kepler'in *anima* yerine *vis* kelimesini kullanması, ilkinin hiçbir şeyi açıklamıyorken ikincisinin bir şeyleri açıklaması değildir. Bu tercihin anlamı, göksel kürelerin mekanik yasalara göre hareket ettiğinin kabul edilmesidir.

Kepler, Kopernik ve Gilbert gibi benzerin benzeri çekeceğini düşünür. Fakat bu çekim pasif maddeden değil “evrenin uzayı boyunca nüfuz eden ve yayılan kuvvetler”den kaynaklanır. Kepler *Asrtonomi Nova*'da şöyle der:

Eğer birbirlerine benzer iki taş, yine benzer üçüncü bir cismin kuvvet alanı dışında evrende bir yere götürülseydi, iki taş manyetik cisimler gibi arada bir yerde bir araya gelirlerdi. Herbiri büyüklükleriyle (*moles*) orantılı uzaklıklarda birbirlerine

⁵¹⁷ Jammer, *Concepts of Force*, 81- 82, ayrıca bkz: Hesse, *Forces and Fields*, 101.

⁵¹⁸ Jammer, *Concepts of Force*, 86.

⁵¹⁹ Jammer, *Concepts of Force*, 87.

⁵²⁰ Collingwood, *The Idea of Nature*, 101-102

⁵²¹ Aktaran Dijksterhuis, *The Mechanization of the World Picture*, 310.

⁵²² Dijksterhuis, *The Mechanization of the World Picture*, 310-312.

⁵²³ Aktaran Richard Mankiewicz, *Matematiğin Tarihi*, çev. G. Ezber (İstanbul: Güncel Yayıncılık, 2000), 136.

yakınlaşırlardı... Uzayda ve zamanda yer alan bu hareketler ve evrenin uzayı boyunca nüfuz eden ve yayılan kuvvetler matematiksel kavramlardır. Kuvvet matematiksel zorunluluğa tabidir.⁵²⁴

Eğer iki taş uzayda, aralarında belli bir mesafe olacak şekilde yerleştirilselerdi, ortada bir yerde buluşurlardı. Fakat Kepler bu sürece, Güneş veya gezegenlerin bir etkisinin olup olmayacağından bahsetmeyerek düzenleyici ilkeyi pasif maddeye vermez. Kepler, manyetik çekim ile çekim-düşme-bir araya geliş anlamındaki *gravitation* arasında bir analogi kurar. Gelgitlere neden olan Ay'ın manyetik çekimidir.⁵²⁵ Gezegenleri yörüngede tutan kuvvet de Güneş ile gezegenler arasındaki manyetik kuvvettir.⁵²⁶

Kepler fiziğindeki düzenleyici canlı gücün-ruhun (*anima motrix*), mekanik-fiziksel kuvvete (*vis motrix*) dönüşmesi, onun gezegen hareketlerine dair yasalarını ayrıntılandırma ve geliştirme aşamasında ortaya çıkar.⁵²⁷ Kopernik, doğal hareketin dairesel olduğunu ve bu nedenle gezegenleri yörüngede tutacak bir kuvvetin gerekli olmadığını düşünmüştür. Galileo da benzer biçimde, yaratılışın başında gezegenlere Tanrı tarafından doğal dairesel hareket yüklendiğini ve bu hareketin sürekli devam edeceğini düşünür.⁵²⁸ Bu nedenle Galileo'nun eylemsizlik ilkesi, cisme bir kere *impetus* yüklendiğinde, sürtünme olmadığı müddetçe bu hareketin Dünya'nın çevresinde dairesel olarak sonsuza kadar devam edeceğini ifade eder.⁵²⁹ Fakat Kepler'in eliptik yörüngeler keşfi, doğal hareketin böyle karmaşık bir hareket olamayacağını, dolayısıyla Güneş ile gezegenler arasında düzenleyici bir kuvvetin olmasının gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Kepler bu noktada, her hareketin bir hareket ettirici ilkeye ihtiyaç duyduğunu kabul eden Aristotelesçi varsayıma geri dönmüş ve bunun manyetik bir kuvvet olduğunu düşünmüştür.⁵³⁰ Bu çerçevede Güneş'i bir mıknatıs gibi düşünmeyi tercih ederek bir gök fiziği oluşturmaya çalışmış ve gezegenlerin, Güneş'in manyetik kuvvetiyle döndürülen mıknatıslar

⁵²⁴ Aktaran Jammer, *Concepts of Force*, 86-87.

⁵²⁵ Hesse, *Forces and Fields*, 129, ayrıca bkz: Jammer, *Concepts of Force*, 91.

⁵²⁶ Jammer, *Concepts of Force*, 91.

⁵²⁷ Jammer, *Concepts of Force*, 87.

⁵²⁸ Freely, *The Emergence of Modern Science, East and West*, 330.

⁵²⁹ Cohen, *The Birth of a New Physics*, 86-123, ayrıca bkz: Alfred R. Hall, *From Galileo to Newton 1630-1720* (New York: Harper & Row, 1963), 49-50 ve bkz: Bechler, *Newton's Physics*, 144-146.

⁵³⁰ Hesse, *Forces and Fields*, 129-130; ve Koyre, *Bilim Tarihi Yazıları*, 62.

olduğunu iddia etmiştir.⁵³¹ Kepler'in manyetik kuvveti, Güneş merkez cisminden çıkıp yayılan ve gezegenleri manyetik kollar gibi sarıp onları yörüngelerinde sürekli bir etkiyle hareket ettiren bir kuvvettir.⁵³² Kepler *Astronomia Nova*'da şöyle der:

Güneş, kendi eksenini etrafında bir kulenin tepesindeki bir fener gibi dönmekte ve kendi gövdesinden, ışığının suretine benzeyen tinsel bir suret yaymaktadır. Güneş'in bu devri sonucunda bu suret çok hızlı bir girdap biçiminde dönerek engin evrenin her yerine dağılmakta ve gezegenleri de kendisiyle birlikte taşımaktadır.⁵³³

Özel olarak gezegenin Güneş'e en yakın noktasında hızının en büyük, en uzak noktasında ise hızının en küçük olduğunun belirlenmesi ile Kepler, tüm hareketlerin sorumlu olduğu kuvvetin Güneş merkezli olduğuna ve uzay boyunca evrene nüfuz eden gayr-ı maddi ama fiziksel bir kuvvet olduğuna karar verir. Diğer bir deyişle gezegen hızlarının, onların Güneş'e olan uzaklıklarına bağlı olduğunun belirlenmesi, olguların etkin nedeninin (*motive cause*) fiziksel olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır.⁵³⁴

Gezegenlerin sabit hızda hareket etmedikleri, Güneş'ten uzaklaştıkça yavaşladıkları, yakınlaştıkça hızlandıklarına dair keşif Kepler'in ikinci yasasıdır. Bu yasa, gezegenle Güneş'i bağlayan yarıçap vektörünün eşit zaman aralıklarında eşit alanlar taradığını ifade eder. Gezegenin hızı, Güneş'e olan uzaklığı ile ters orantılıdır. Bu keşif, uzay boyunca geçerli olan matematiksel bir ilişkinin keşfidir. Kepler'in bilimsel yöntemine kuvvet kavramının girmesi kritik bir noktadır. Kepler'e göre iki olgu aynı anda gerçekleşiyorsa ve her zaman aynı ilişki içindeyseler, bilimsel yöntemin varsayımı, bu iki olgunun ortak bir nedeni olduğuna dair olmalıdır. Bu kuvvet sadece gayr-ı maddi varlığa sahiptir ve varlığı yalnızca etkilerinden-sonuçlarından hareketle belirlenebilir. Dolayısıyla, hızı düşüren sebep ile uzaklığı arttıran sebep aynı olmalıdır.⁵³⁵ Buna göre kuvvet, hareket eden cismin hızı ile doğru orantılı

⁵³¹ Kepler fiziğinin Descartes'ın *vortex* teorisine ilham ve meşruiyet verdiği söylenebilir. Descartes, Güneş ile gezegenler arasındaki manyetik kuvveti kaldırmış ve onun yerine esir fırtınasını (*vortex*) ve temas mekanizmasını koymuştur; bkz: sayfa 68-71.

⁵³² Jammer, *Concepts of Force*, 88-89, ayrıca bkz: Kuhn, *Kopernik Devrimi*, 394.

⁵³³ Aktaran Paolo Rossi, *Modern Bilimin Doğuşu*, çev. N. Domaniç (İstanbul: Litera, 2009), 83.

⁵³⁴ Jammer, *Concepts of Force*, 87, ayrıca bkz: Cohen, *The Birth of a New Physics*, 163.

⁵³⁵ Jammer, *Concepts of Force*, 86-88, ayrıca bkz: Koyre, *Bilim Tarihi Yazıları*, 62.

olduğundan, ikinci yasa ($r.v=sabit$) ile hızın, $1/r$ ile doğru orantılı olduğu ortaya çıkar. O halde kuvvet de uzaklıkla ters orantılı olur.⁵³⁶

Spritüel kuvvet kavramını, fiziksel ve mekanik bir kuvvet kavramına dönüştüren Kepler'in bunu nasıl yaptığı sorulabilir. Jammer bunun, üç şartlı ve bir yöntemsel-teknik olmak üzere dört nedeni olduğunu iddia eder. İlk neden, Kopernik astronomisinin Aristotelesçi doğal yerler doktrini ile çelişmesidir. İkinci neden ise gelgit olgusunun, Ay'ın mekanik etkisinden kaynaklandığına dair güçlü kanıtların ortaya çıkmasıdır. Üçüncü neden, Gilbert'in teorisinin olası bir *modus operandi* tartışmasına zemin oluşturmalarıdır. Teknik ve yöntemsel neden ise Kepler'in gezegen hızlarının, Güneş'ten uzaklıklarına göre değiştiğini farketmesidir.⁵³⁷

Galileo, sabit bir kuvveti değil, onun ortaya çıkardığı hareketin kinematik yönünü incelemiştir.⁵³⁸ *Discorsi*'de Galileo, *impetusun* ya da düşen cismin momentumunun düşme boyunca yok olduğunu söyler.⁵³⁹ Bu teoriye göre ilk olarak hareket ettirici, havaya fırlatırken taş itici bir güç yükler; güç azaldıkça yukarıya doğru taşın hızı da azalmaya başlar ve taşın ağırlığı tarafından dengeleninceye kadar bu devam eder. Bu anda, taş önce yavaş daha sonra hızlı bir biçimde düşmeye başladıkça, itici güç de azalmaya başlar.⁵⁴⁰ Diğer bir deyişle bir taş en yüksek pozisyonuna ulaştığı an, Galileo için, bu iki kuvvetin, yüklenmiş *impetusun* ve cismin ağırlığının dengede olduğu andır.

Fırlatıcı kuvvet (*virtu*), temayül direncini dengeleyecek güçte olabilir; sonuç olarak cisim yukarıya hareket etmez ve asılı kalır. Birisi bir taşı eliyle tuttuğunda, bu insan taşın bir kuvvet yükler ki ağırlığa eşit güçte olan bir kuvvettir. Ve elinde taşı tuttuğun müddetçe bu kuvveti cisme uygularsın.⁵⁴¹

Galileo'nun kuvvet kavramı belirsizdir ve anlamı kesin değildir. Galileo'da kuvvet kavramı, güç ve moment arasında karmaşık biçimde dalgalanır.⁵⁴² Galileo için hareket, anlık etkilerin sürekli bir dizisidir. Çünkü Ortaçağ'da ve Aristotelesçilikte

⁵³⁶ Jammer, *Concepts of Force*, 91.

⁵³⁷ Jammer, *Concepts of Force*, 91-92.

⁵³⁸ Jammer, *Concepts of Force*, 94.

⁵³⁹ Galilei, *Dialogues Concerning Two New Sciences*, 174, ayrıca bkz. Galileo Galilei, *The Essential Galileo*, ed. and trans. Maurice A. Finocchiaro (Cambridge: Heckett Publishing, 2008), 30.

⁵⁴⁰ Grant, *Physical Sciences in Middle Ages*, 54.

⁵⁴¹ Galilei, *Dialogues Concerning Two New Sciences*, 157.

⁵⁴² Galilei, *The Essential Galileo*, 29.

zannedildiği gibi hız, alınan yol ile doğru orantılı değil, Galileo'nun keşfettiği üzere geçen süre ile doğru orantılıdır; alınan yol ise sürenin karesi ile doğru orantılıdır.⁵⁴³

İlkçağ için hareketin canlı-spritüel-sempatik nedeni (özellikle Aristoteles için *phûsis*), Kepler ile birlikte fiziksel-mekanik bir form kazanmakla birlikte, hala hareketin nedenidir. Galileo mekaniğinde, yukarıda da tartışıldığı üzere, modern anlamda kuvvet kavramı yoktur⁵⁴⁴ ve Galileo, hareketi niceliksel olarak ele almıştır, kuvveti değil.

Eylemsizlik ilkesi temelinde, Descartes için tüm fiziksel olgular iki kinematik varsayımdan türerler: hareketinin niceliğinin korunumu ve *vortex* (esir fırtınası). Descartes mekaniğinde de kuvvet kavramı yoktur. Descartes için kuvvet değil *vortex* hareketin fiziksel-mekanik nedenidir ve Descartes bunları niceliksel olarak ele alamamıştır.⁵⁴⁵

Kuvveti niceliksel olarak ele alan ilk isim Huygens'tir (merkezkaç kuvveti). Newton bu isimlerin mirasını tevarüs edecektir. Newton, çekim kuvvetinin sadece direncinin değil büyüklüğünün de kütle ile orantılı olduğunu niceliksel olarak belirleyen ilk kişidir.

On yedinci yüzyılın ilk yarısında pek çok astronom, Kepler'in hipotezlerinden hareketle, dönen merkezi cismin manyetik kuvvetiyle gezegenleri yörüngelerinde hareket ettirdiğini kabul etmektedir. Güneş'ten gezegenlere doğru yayılan böyle bir merkezi kuvvetin ortaya çıkardığı soru ise, gezegenlerin neden Güneş'e doğru düşmediklerine yöneliktir.⁵⁴⁶

1666 yılında Robert Hooke, bu sorunu ele alan ve gökteki devinimlerle yeryüzündeki bir makinenin devinimleri arasında tam bir koşutluk olduğunu iddia eden bir kitap yayınlamıştır. Hook, Dünya ile gökyüzüne ilişkin yasaların özdeş olduğu düşüncesiyle yola çıkmış ve Güneş ile gezegenler arasında tek bir çekim ilkesi olması gerektiğini iddia etmiştir. Hook'a göre böyle bir kuvvet, gezegenlerin düz bir çizgi boyunca ilerleyen eylemsizlik devinimlerini sürekli olarak Güneş'e doğru

⁵⁴³ Galilei, *Dialogues Concerning Two New Science*, 173-175, ayrıca bkz: Grant, *Pyhsical Sciences in Middle Ages*, 54-55.

⁵⁴⁴ Westfall, *Force in Newton's Physics*, 7.

⁵⁴⁵ Jammer, *Concepts of Force*, 104.

⁵⁴⁶ Cohen, *The Birth of a New Physics*, 150-155.

saptıracaktır. O'na göre gezegenlerin Kopernikçi yörüngelerde devinmeleri için gereken şey budur.⁵⁴⁷

Hooke, 1674'te yayınlanan *An Attemp to Prove the Motion of the Earth* isimli eserinde üç varsayım ile bu sorunu açılar. İlk varsayım, tüm göksel cisimlerin kendi merkezlerine doğru bir çekim kuvvetine sahip olduğunu ifade eder. Bu çekim kuvveti ile göksel cisimler bütünlüklerini korurlar ve etki alanlarındaki cisimlere kadar bu kuvveti genişletirler.

Tüm göksel cisimler, bir şekilde birbirlerini, kendi merkezlerine doğru, sadece kendi parçalarını ondan kopup gitmesinler diye, Dünya'nın yaptığı gibi, hem de diğer tüm göksel cisimleri çekerler. Sonuç olarak sadece Güneş ve Ay değil diğer bütün gezegenlerin Dünya üzerindeki harekete etkileri, Dünya'nın da onlar üzerindeki harekete etkileri vardır.⁵⁴⁸

İkinci varsayım ise Descartesçı anlamda eylemsizlik ilkesidir; Hooke dairesel, eliptik ve eğrisel bütün hareketlerin, düzgün doğrusal harekete bir takım güçlerin etki etmesiyle oluştuğunu düşünür.⁵⁴⁹ Üçüncü varsayım ise şudur:

Bu çekim güçleri, çekim gücüne sahip cismin merkezine yaklaştıkça artar ama bunun derecesini henüz deneysel olarak doğrulamadım. Fakat bu fikir, eğer bütünüyle soruşturulursa, astronomların tüm göksel hareketleri tek bir kurala indirgemelerine yardımcı olacaktır. Buradan hareketle dairesel salınım ve dairesel hareket tek bir ilke temelinde anlaşılacaktır.⁵⁵⁰

Bu sorunun çözümüyle ilgili herhangi bir matematiksel ilişki ortaya koyamayan Hook'a karşı Huygens iki matematiksel kavram tanımlar: merkezkaç kuvveti (*de vi centrifuga*) ve temayül kuvveti (*conatus*). On yedinci yüzyılda *conatus* kavramı Huygens ile birlikte ilk niceliksel kuvvet ifadesi olarak ortaya çıkar.⁵⁵¹ Huygens terimi şu şekilde tanımlar: “bir cismin ağırlığı, maddenin *conatus*'u demektir; yani eğilimi.”⁵⁵²

⁵⁴⁷ Kuhn, *Kopernik Devrimi*, 399-400.

⁵⁴⁸ Aktaran Hesse, *Forces and Fields*, 133-134.

⁵⁴⁹ Meli, *Thinking with Objects*, 219-220, ayrıca bkz: Henry, *The Scientific Revolutions and the Origins of Modern Science*, 29.

⁵⁵⁰ Aktaran Meli, *Thinking with Objects*, 219-220

⁵⁵¹ Jammer, *Concepts of Force*, 111, ayrıca bkz: Cohen, *The Birth of a New Physics*, 166-167.

⁵⁵² Aktaran Joella G. Yodger, *Unrolling Time: Christiaan Huygens and the Mathematization of Nature* (New York: Cambridge Univesity Press, 1988), 17.

Descartes, büyüklük ile hızın çarpımında (daha sonra *momentum*), hareketin yönünü belirleyen şeyin hız olduğunu düşünmüştür. Fakat Huygens hızın değil, momentumun yönü olduğunu söylemiş ve dolayısıyla momentumu bir vektör olarak kavramsallaştırmıştır.⁵⁵³

Huygens için hareket eden cismin *conatusu*, cismin katettiği mesafe, ona etkiyen kuvvet ve kuvvetin etkidiği zaman aralığı ile ölçülebilir. Galileo'nun $d = \frac{1}{2}gt^2$ formülüne göre birim zamanda katedilen mesafe ivme ile orantılıdır; o halde bu kuvvet de mesafe ile ilgili olmalıdır. Merkezkaç kuvvetinin şiddeti, bu nedenle, birim zamanda cismin katettiği mesafe ile ölçülebilirdir.⁵⁵⁴

2.3.4. Newtoncu Mekanik Kuvvet

Newton'un kuvvetler sınıflaması; birinci yasada belirtildiği gibi eylemsizlik kuvveti, ikinci yasada belirtildiği gibi dışsal kuvvet ve üçünü yasada belirtildiği gibi eylemsizlik kuvvetinin dışsal kuvvete dönüşmesi ile oluşan etkin kuvvet şeklinde yapılabilir. Merkezi çekim kuvveti dışsal bir kuvvettir, merkezkaç kuvveti ise eylemsizlik kuvvetinin dışsal kuvvete dönüşmesi (*internal transformed into external*) ile oluşan etkin bir kuvvettir. Dışsal kuvvet, hareketin hızını ve yönünü değiştirirken, eylemsizlik kuvveti, hareketin hızını ve yönünü korur. Cisim harekette ise iki kuvvet de özü itibarıyla vektörelidir.⁵⁵⁵

Newton için yeryüzü cisimlerinin ağırlığı Dünya'nın merkezine olan uzaklıklarının bir fonksiyonudur; düşen cisimlerin ivmesi ise cismin uzayda aldığı yolun bir fonksiyonudur. Varsayım gereği cisimlerin bazı nitelikleri, cisimlerin bulundukları mekândan bağımsız olmalıdır; bu varsayım Newton'u kütle ya da cismin niceliği ile ağırlık arasında bir ayırım yapmaya götürür. Matematiksel olarak bu yeni kavramı tanımlamak istediğinde ise Newton, Boyle'un gazları sıkıştırma deneyinde, değişen basınçlardaki gazların niceliğinin, gazın yoğunluğu ile hacminin çarpımınca belirlenmesini kendisine hareket noktası yapar. Bu analogi Newton'a, maddenin niceliğini, onun yoğunluğu ile hacminin çarpımı olarak belirleyebilme imkanı

⁵⁵³ Dijksterhuis, *The Mechanization of the World Picture*, 412.

⁵⁵⁴ Jammer, *Concepts of Force*, 111-112, ayrıca bkz: Yodger, *Unrolling Time: Christiaan Huygens and the Mathematization of Nature*, 17-22.

⁵⁵⁵ Bechler, *Newton's Physics*, 305.

verir.⁵⁵⁶ Newton bundan sonra hareketin ve kuvvetin niceliğinin momentumdaki değişim ile belirlendiğini düşünür.⁵⁵⁷ Newton için maddi hareketlerdeki değişimi yöneten temel dinamik nicelikler, momentum ve etkin kuvvetlerdir.⁵⁵⁸

Newton, *Principia*'da kütleyi, hem anlık veya sürekli zaman aralığında cismin hareketinde gerçekleşen değişimi tasvir eden matematiksel ilişki olarak, hem de cismin eylemsizlik kuvveti olarak tanımlar. Cismin eylemsizlik kuvvetinin niceliği, etkin kuvvete gösterdiği tepkinin niceliğidir.⁵⁵⁹

Principia'nın üçüncü tanımında Newton, Huygens'in *conatusunu*, eylemsizlik kuvveti olarak yeniden kavramsallaştırır,

Vis inertia ya da maddenin eylemsizlik kuvveti direnme gücüdür ve bununla her cisim, sükun halinde olsun veya düzgün doğru boyunca hareket etsin, içinde bulunduğu durumu muhafaza etmeye çalışır. Eylemsizlik kuvveti cismin bulunduğu hali muhafaza etmesini ve ona uygulanan kuvvete karşı koymasını sağlayan direnç kuvvetidir; aynı şekilde (eylemsizlik kuvveti) başka bir cismin halini değiştirmek için ona uyguladığı etki kuvvetidir.⁵⁶⁰

Eylemsizlik kuvveti, Newton'a göre, içkin bir kuvvettir ve başka bir kuvvet etki edip bir cismin durumunu değiştirmeye çalışmadıkça, cismin bulunduğu konumda kalmasını sağlar.⁵⁶¹ Bu kavram, hem direnç hem de etki olarak düşünülebilir.⁵⁶² Eylemsizlik kuvveti, hareket eden veya duran bir cismin, durumunu değiştirmeye karşı gösterdiği direnç kuvvetidir. Etkin kuvvet ise cismin durumunu değiştirmeye çalışan kuvvettir. *Principia*'nın dördüncü tanımında Newton eylemsizlik kuvvetine karşı etkin kuvvetin (*impressed force*), "cismin durumunu (sükun halinde olan veya

⁵⁵⁶ Jammer, *Concepts of Force*, 118, ayrıca bkz: Burt, *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*, 240.

⁵⁵⁷ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 1-6.

⁵⁵⁸ Friedman, "Newton and Kant on Absolute Space: from Teology to Transcendental Philosophy," 346.

⁵⁵⁹ Lynn S. Joy, "Dispositional Explanations: Boyle's Problem, Newton's Solution, Hume's Response", *Interpreting Newton*, ed. Andrew Janiak and Eric Schliesser (Cambridge: Cambridge University Press, 2012), 326-327.

⁵⁶⁰ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 2.

⁵⁶¹ Madde, görüldüğü üzere, Grek felsefesi sistemlerindeki pasif madde değildir; etkiye tepki gösteren aktif bir maddedir.

⁵⁶² Daniel Garber, "Leibniz, Newton and Force", *Interpreting Newton*, ed. A.ndrew Janiak and Eric Schliesser (Cambridge: Cambridge University Press, 2012), 43-44.

doğrusal hareket halinde olan) değiştirmek için cisme uygulanan kuvvet”⁵⁶³ olduğunu ifade eder. Cohen, eylemsizlik kuvvetin (*vis insita*), ikinci yasada belirtilen türde dışsal olarak cismin durumunu değiştirmek üzere ona etkiyen bir kuvvet olmadığını ifade ederek Newton’un ayırımına vurgu yapar.⁵⁶⁴

Etkin kuvvet ile eylemsizlik kuvveti üç yönden ayırt edilebilir. İlk olarak etkin kuvvet saf fiildir ve karakter olarak fizikseldir. İkinci olarak, etkin kuvvet eylem bittiğinde cisimde kalmaya devam etmez. Son olarak, eylemsizlik kuvveti maddenin evrensel ve daha fazla indirgenemez kuvveti olmasına karşın, etkin kuvvet, vurma, baskılama veya merkezkaç gibi farklı kökenlere sahip olabilir.⁵⁶⁵ Fakat Newton son tahlilde bu iki kuvvet ayırımının epistemolojik bir ayırım olduğunu, gerçekte ise sadece bir kuvvet olduğunu ifade ederek şöyle der,

Kuvvet fiili, bakış açımıza bağlı olarak, hem direnç hem de etki kuvvetidir. Bir cismin kendisine etkiyen kuvvete karşı kendi durumunu muhafaza etmeye yönelik gösterdiği direnç kuvveti ile karşılaştığı direnç karşısında kendi durumunu muhafaza etmek için engelin durumunu değiştirmeye yönelik gösterdiği etki kuvveti (*impressed force*) aynıdır.⁵⁶⁶

Newton’a göre çekim kuvveti ya da merkezi kuvvet (*centripetal/central force*) olan bu yegane kuvvet, son tahlilde kavramsal şemanın indirgenemez unsurudur ve kendini cisme uyguladığı etkin kuvvet ile açığa vurur. Çekim kuvveti momentumdaki değişim ile ölçülür. Newton’un etkin kuvvet tanımı, doğrusal hareket eden veya durağan olan cismin durumundaki değişimdir ve Newton’un metafizik nedensellik ilkesi ile yakından ilgilidir. Her değişimin kendi nedeni olduğundan, hareketin değişimi bir sonuçtur ve etkin kuvvet onun nedenidir. Newton etkin kuvvetin geçici karakterinden bahsettiğinde, skolastik bir ilkeyi kabul ettiğini ifade eder: Neden ortadan kalktığında sonuç da ortadan kalkar (*cessante causa cessat effectus*), çünkü hiçbir sonuç kendisinin nedeni olamaz.⁵⁶⁷

Principia’nın beşinci tanımı, sonuncu bir kuvvet türü olarak çekim kuvvetinden bahseder: “Çekim kuvveti, cisimleri merkezi bir noktaya doğru iten veya çeken

⁵⁶³ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 2.

⁵⁶⁴ Garber, “Leibniz, Newton and Force”, 44.

⁵⁶⁵ Jammer, *Concepts of Force*, 121.

⁵⁶⁶ Aktaran Garber, “Leibniz, Newton and Force”, 44.

⁵⁶⁷ Jammer, *Concepts of Force*, 121.

kuvvettir.”⁵⁶⁸ Aslında bu kuvvet de etkin bir kuvvettir ama Newton bu kuvveti, öneminden dolayı ayrı olarak tanımlama ihtiyacı hissetmiştir. Sonraki üç tanımda Newton sırayla çekim kuvvetinin mutlak, ivmeli ve itici niceliklerini tanımlar.⁵⁶⁹

Çekim kuvvetinin mutlak niceliği, uzay boyunca yayılan nedenin etkinliği ile... Çekim kuvvetinin ivmelendirici niceliği, belli bir zaman aralığında yaratılan hız ile... Çekim gücünün itici (*devindirici*) niceliği (de) belli bir zaman aralığında yaratılan hareket ile orantılıdır.⁵⁷⁰

Tanımlardan sonra Newton doğa yasalarını ya da aksiyomlarını ortaya koyar. Eylemsizlik kuvveti, cismin kütlesiyle doğru orantılı olarak, cismin hareket veya sükun durumunu korumak için gösterdiği direnç gücüdür (birinci yasa). Bu nedenle cismin eylemsizlik durumunu değiştirmesi, cisme etkiyen pek çok etkin kuvvetten kaynaklanır (ikinci yasa). Cisim ne zaman ona etkiyen kuvvet tarafından eylemsizlik durumunu değiştirmeye zorlansa, bu cisim, etkin kuvvetten sorumlu diğer cismin eylemsizlik durumunu değiştirecek bir karşı kuvvet uygular (üçüncü yasa).⁵⁷¹

Newton için kuvvet fiziksel değil matematiksel bir kavramdır. Diğer bir deyişle mahiyeti bilinmez fiziksel gücün niceliğidir. Sekizinci tanımın sonunda Newton şöyle der:

Mutlak kuvveti merkeze, onsuz itici güçlerin uzay boyunca yayılamayacağını atf ile kullanıyorum. Nedeni merkezi cisim olabilir veya henüz ortaya çıkmamış bir başka neden olabilir. Ben burada bu kuvvetlerin matematiksel temsillerini tasarlıyorum ve fakat fiziksel nedenlerini düşünmüyorum.⁵⁷²

Newton için kuvvet, empirik olarak gözlemlenen davranışları açıklamak için bir araçtır. Newton’a göre doğada farklı nedenlerin matematiksel tasviri olarak farklı kuvvetler vardır ve tüm bu kuvvetler özde tek bir kuvvete indirgenebilir. Bu kuvvet ise parçacığın kütle ve ivmesiyle ilişkilidir.⁵⁷³ *Principia*’da mutlak uzay, zaman ve hareket ile görelî uzay, zaman ve hareket arasında kuvvetin nerede durduğunu şu ifadelerle anlatır.

⁵⁶⁸ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 2-3.

⁵⁶⁹ Jammer, *Concepts of Force*, 121-122.

⁵⁷⁰ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 4-5.

⁵⁷¹ Joy, “Dispositional Explanations: Boyle’s Problem, Newton’s Solution, Hume’s Response,” 329-330

⁵⁷² Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 4-6.

⁵⁷³ Garber, “Leibniz, Newton and Force”, 43.

Mutlak ve görelî hareketleri birbirinden ayırabileceğimiz nedenler, cisimlere uygulanan ve harekete yol açan kuvvetlerdir... Mutlak hareketi görelî hareketten ayırd eden etkiler, dairesel hareketin yörüngesini gerileyen kuvvetlerdir. Saf görelî olan dairesel harekette böyle kuvvetler yoktur; fakat doğru ve mutlak dairesel hareket, hareketin niceliğine göredir. Özel cisimlerin doğru hareketlerini görünüşteki hareketlerden etkili bir biçimde ayırmak ve doğru ile görelî hareketi keşfetmek oldukça zordur. Çünkü bu hareketlerin gerçekleştiği hareketsiz uzayın parçaları duyularımıza konudur. Bize rehberlik edecek bazı argümanlarımız var; bir kısmı görünen hareket ile doğru hareket arasındaki farklılıklardır; bir kısmı doğru hareketin neden ve sonuçları olan kuvvetlerdir.⁵⁷⁴

Newton kuvveti sınırlı anlamda, neden ve sonuca göre belirlenmiş bir anlamda kullanır. Ona göre bir sonuç olarak her fenomenal durumun, doğrudan ve doğru olarak belirlenemezse de fiziksel bir nedeni vardır. Fakat bu nedenler, fenomenlerde gözlemlediğimiz doğa yasalarından çıkarsanabilir.⁵⁷⁵ Newton'un ifadesiyle "Felsefe, hareket fenomenlerinden doğal kuvvetlerin soruşturulması, sonra da bu kuvvetlerden diğer fenomenlerin ispatlanmasıdır."⁵⁷⁶

2.3.5. Değerlendirme

Modern bilimin niceliksel, gayr-ı maddî ve fiziksel kuvvet kavramının oluşması, en, boy ve derinlikten yoksun, dolayısıyla maddî ve fiziksel olmayan formun, Stoacı *pneumanın* fiili olan sempatik kuvvet üzerinden uzaktan etki niteliğini üstlenerek bir alternatif teşkil etmesi ve Kepler'in gezegenlerin hareketlerindeki düzenliliği farketmesi sonucunda bu gücü fiziksel bir kuvvete dönüştürmesi ile gerçekleşir. Daha sonraki süreçte özellikle Huygens ve Newton bu fiziksel kuvveti niceliksel olarak ele almışlardır. Newton için fiziksel etkin kuvvet hareketin değil ivmenin nedenidir. Fiziğin mekaniğe indirgenmesinde anahtar bir yerde duran kuvvet kavramının niceliksel olarak kavramsallaştırılması, büyük çerçevede niteliksel hareketin niceliksel harekete indirgenmesi sürecinin bir unsurudur. Fakat bu kuvvet kavramının modern bilimde doğa bilgisinin temeli olabilmesi için, bu kuvvetin değişen biçimlerde rastlantısal olarak değil, belirli bir yasallık dahilinde eylemesi

⁵⁷⁴ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 9-12.

⁵⁷⁵ Hesse, *Forces and Fields*, 141.

⁵⁷⁶ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, xvii.

gerekmektedir. Bu ise doğa yasası kavramının metafiziksel olarak temellendirilmesi sorununu gündeme getirecektir.

2.4. Doğa Yasası Kavramı

Doğal fenomenler arasında gözlemlenen, yer ve zamana göre değişmeyen, bazı koşulları ön gerektiren veya gerektirmeyen, rasyonel, ölçülebilir ve öngörülebilir düzenliliklere doğa yasaları denir.⁵⁷⁷ Doğa yasalarınca düzenlendiği varsayılan kuark ya da gen gibi nesnelerin, doğada var olan fiziksel şeyler olması zorunludur.⁵⁷⁸ Buna göre doğa yasaları, pek çok türde fiziksel nesnenin, belirli koşullarda ya da her koşulda nasıl davrandığını veya davranması gerektiğini söyleyen ifadelerdir. Buna göre her etkiye (*action*) niceliksel olarak ve etkinin doğrultusunda zıt yönlü bir tepki (*reaction*) olmalıdır. Eğer bir tel boyunca potansiyel fark V , telin elektrik direnci R ise, telden geçen akım, düşen potansiyelin doğrultusunda $I = \frac{V}{R}$ 'ye eşittir. Kapalı ve izole edilmiş bir sistemde toplam momentum korunmalıdır. Sürekli hareket makinesi yapmak imkânsızdır. Sınırlı bir süreç içinde bir nesnenin sıcaklığı mutlak sıfır noktasına düşürülemez.⁵⁷⁹

Peki, doğadaki tüm fenomenler doğa yasalarınca mı yönetilmektedir? Eğer gerçeklik ciddi bir şekilde denklemlere oturtulmaya çalışılırsa bu sorunun cevabı olumsuzdur. Fenomenlerin matematiksel tasvirlerini vermek, teorinin sınırları içinde yüksek derecede idealize edilmiş kurgusal nesneler ve süreçler ile fenomenleri ilişkilendirmeyi ve bu nedenle fenomenleri tahrip etmeyi gerektirir.⁵⁸⁰ Bigelow'a göre doğa yasası, mantıksal *a priori* doğruluğun tersine, tüm olası durumlarda doğru olmayabilir.⁵⁸¹

⁵⁷⁷ Helen Hattab, "Laws of Nature", *Encyclopedia of the Scientific Revolutions: From Copernicus to Newton*, ed. Wilbur Applebaum (London & New York: Garland Publishing, 2000), 552, ayrıca bkz: Jane E. Ruby, "Origin of Scientific Law" *Journal of the History of Ideas* 47/III (Jul.-Sep., 1996), 341, ve bkz: Richard Feynman, *Fizik Yasaları Üzerine*, çev. Nermin Arık (Ankara: Tübitak, 1995), 1.

⁵⁷⁸ Nancy Cartwright, *How the Laws of Physics Lie* (New York: Oxford University Press, 1983), 55.

⁵⁷⁹ Bigelow, "The World as One of a Kind: Natural Necessity and Law of Nature," 381.

⁵⁸⁰ Cartwright, *How the Laws of Physics Lie*, 128.

⁵⁸¹ John Bigelow, "The World as One of a Kind: Natural Necessity and Law of Nature", *The British Journal of the Philosophy of Science* 43/III (Sep., 1992), 380.

Bu bölümde, yukarıda kısaca tasvir edilen doğa yasası kavramının ortaya çıkış süreci ele alınacak, doğa yasasının kavramsallaştırılmasının önündeki engellerden ve bu engellerin nasıl aşıldıklarından söz edilecektir. Bu tartışma üzerinden doğa yasası kavramının, yeni doğa felsefesinin doğuşunda oynadığı rol tesbit edilmeye çalışılacaktır.

2.4.1. Fenomenal ve Teorik Doğa Yasaları

Bilim ve felsefe tarihçileri, doğa yasalarını fenomenal yasalar ve teorik yasalar olmak üzere ikiye ayırırlar. Fenomenal doğa yasalar doğrudan gözlemlenebilir olgular hakkındadır ve istatistiksel genellemelere dayanır. Teorik doğa yasaları ise, gözlemlenebilir makro fiziksel, kimyasal ve biyolojik olguların nedenlerine dair yapılan kurgusal yorumları mümkün kılan ve içinden doğaya bakılan modele bağımlı olan kabullerdir. Teorik doğa yasaları doğrudan değil ancak dolaylı olarak test edilebilir.⁵⁸² Teori oluşturma sürecinde bilim insanlarına rehberlik eden, onların soruşturmalarını düzenleyen ve sınırlayan, doğada “olamayan” ama “olması gereken” düzenliliklerin ifadeleridir.

Encyclopaedic Dictionary of Physics fenomenal yasayı, gözlemlenmiş olguları, *postula* edilen bazı (matematiksel veya kavramsal) denklemler aracılığıyla ilişkilendiren düzenlilik olarak tanımlar.⁵⁸³ Fenomenal yasalar doğrudan test edilebilir koşullu düzenliliklerdir. Örnek olarak Boyle yasası, normal şartlar altında, gazların basınçları ile hacimleri arasında ters orantı olduğunu söyler ($P_1V_1 = P_2V_2$); bu yasa doğrudan test edilebilir bir yasadır; bazı koşulları ön gerektirir, dolayısıyla fenomenal bir yasadır. Öte yandan Newton’un üç doğa yasası, doğrudan değil ancak dolaylı olarak test edilebilen, bu nedenle de gerçekte değil ancak teorik model içinde doğru olduğu iddia edilebilen yasalardır.⁵⁸⁴ Feynman teorik yasaların doğruluğunu garanti edebileceğimiz herhangi bilimsel bir yöntemin⁵⁸⁵ olmadığını ifade ederek şu örneği verir.

⁵⁸² Cartwright, *How the Laws of Physics Lie*, 19.

⁵⁸³ The *Encyclopaedic Dictionary of Physics* (Oxford: Pergamon Press, 1964), 108.

⁵⁸⁴ Cartwright, *How the Laws of Physics Lie*, 2-3

⁵⁸⁵ Bu belirlenim çağdaş bilim felsefesinde (Kuhn ve Feyerabend) eşölçülemezlik (*incommensurability*) olarak adlandırılır. Buna göre eğer gözlem teoriye bağlıysa ve teori de bir biçimde doğanın nasıl okunması gerektiğini bilimciye dayatıyorsa, şu halde iki bilimsel teori arasında karar verilmesini

Psikolojik olarak tamamen farklı görünen, farklı fikirler içeren A ve B gibi iki teorimiz⁵⁸⁶ olduğunu, ancak hesaplanan tüm sonuçlarının birbirinin aynı ve deneyle uyumlu olduğunu varsayalım. İki teori başlangıçta farklı görünmekle beraber aynı sonuçlara yol açıyorlar. Bunu matematiksel olarak kanıtlamak kolaydır; A ve B'nin mantıksal içeriğinin, buna her zaman karşılık gelen sonuçları verdiğini göstermek yeterlidir. Böyle iki teori olduğunu varsayıyoruz; hangisinin doğru olduğunu nasıl saptayacağız? Bilimsel olan hiçbir yol yoktur, çünkü ikisi de deneyle aynı ölçüde uyumludur. Öyleyse aslında tümüyle farklı fikirlerden kaynaklandıkları halde bu iki teori matematiksel yönden özdeşirler ve ikisini ayırt edebilecek bilimsel bir yöntem yoktur.⁵⁸⁷

Fenomenal ve teorik doğa yasaları ayrımı, aynı zamanda fiziksel bir teori ile matematiksel bir teori arasındaki farktır. Şu halde, fenomenal yasalar fiziksel yasalar, teorik yasalar matematiksel yasalar. İlki tikel durumları açıklarken, ikincisi bir yandan tikel durumların açıklamalarını bir ilke ya da ilkeler kümesi altında birleştirir, öte yandan bu tikel durumların açıklamalarını sınırlandırır ve düzenler.⁵⁸⁸ Feynman bunu şu şekilde açıklar:

Matematikçiler akıl yürütmelerini mümkün olduğunca genel yapmak isterler. Onlara “Normal üç boyutlu uzay hakkında konuşmak istiyorum” dersin, onlar “n boyutlu uzay için şu teoremler var” derler. “Ben yalnızca üç boyut için istiyorum” dersin, “öyleyse n yerine üç koy” derler... Fizikçi her zaman özel durumlarla ilgilenir; hiçbir zaman genel durumlarla ilgilenmez. O her zaman “bir şey” hakkında konuşur, herhangi bir şey hakkında soyut olarak değil. Çekim yasasını üç boyutta irdelemek ister. O nedenle bir

sağlayacak rasyonel ve nesnel bir yöntem yoktur. Daha fazla bilgi için bkz: Cottingham, *Akılcılık*, 160-163

⁵⁸⁶ Teori, yapılan tanımlamalar ve postula edilen teorik doğa yasaları ile onlardan tümdengelimli yöntemle yapılan çıkarımları içeren kavramsal veya matematiksel örüntülerdir. Dolayısıyla Feynman'ın teori ifadesi, doğa yasasını da içeren bir modeli ifade etmek için kullanılmaktadır.

⁵⁸⁷ Feynman, *Fizik Yasaları Üzerine*, 199-200.

⁵⁸⁸ Daha sonra Kant'ın felsefesinde ortaya çıkan algıdan arı düzenleyici ideler ile algılarla dolu bilgi üretici kavramlar arasındaki ayrım, teorik doğa yasaları ile fenomenal doğa yasaları arasındaki ayrımı yansıtır. Örnek olarak, eylemsizlik ilkesi, teorik bir doğa yasası olarak, çevresinden tümüyle yalıtılmış bir cisim kavramına dayanır ki, böyle bir cisim gözlemlenmemiştir. Eylemsizlik ilkesinin nesnesi gerçek olmayan olanaklı bir cisimdir. Şu halde teorik doğa yasaları (Kant'ın idelerine benzer bir şekilde) deneyimin yadsınması (*negation*), yani kavramın içinin algıdan arındırılması ile elde edilir. Teorik doğa yasaları, istidlal-çıkartım yapılacak ilk ilkeler olarak modelin düzenleyici ve sınırlandırıcı ilkeleridir. Bu sınırlar dâhilinde deneysel olarak doğrulanabilir fenomenal yasalar mantıksal olarak bu ilkelerden çıkarılsın; yapılan çıkarımların deneysel olarak doğrulanması (ya da yanlışlanmaması) ilk ilkelerin de meşruiyet kaynağıdır.

çeşit indirgeme gereklidir, çünkü matematikçi bunları daha geniş kapsamlı problemler için (*içeriksiz bir şekilde*) hazırlamıştır.⁵⁸⁹

Fizikte açıklamalar iki farklı türde aktiviteyi içerir. İlk olarak fenomenler, rasyonel olarak kurgulanmış nedenlerle açıklanır ve buna göre fenomenin nasıl ortaya çıktığının ayrıntılı bir açıklaması verilir. İkinci olarak farklı türde fenomenler, daha geniş teorik bir çerçevede, tek bir temel denklemler kümesi altında birleştirilir. İki açıklama türü de, filozofların ve bilimcilerin doğa yasaları dediği şeyleri kullanır. Nedensel açıklama, yüksek derecede özelleştirilmiş, somut durumlarda ne olduğunu söyleyen fenomenal yasaları kullanırken; teorik açıklama, tikel durumları tasvir etmeyen, soyut formüller olarak ifade edilen teorik yasaları kullanır. İki durumda yasanın fonksiyonu farklıdır ve bu farklılık felsefi bir farklılıktır. Teorik olarak aynı fenomenin alternatif bir açıklamasını vermek mümkündür. Farklı amaçlarla farklı modeller ve o modelleri tasvir eden denklemler inşa edilebilir. Hangisi doğru modeldir ya da hangisi doğru denklem kümesidir sorusu yanlıştır. Bir model, fenomenin bazı yönlerini açıklarken, başka bir model diğer yönlerini açıklar. Hiçbir biricik model tüm amaçlara hizmet edemez.⁵⁹⁰

2.4.2. Doğa Yasasının Zorunluluğu ve Nedensellik

Grek düşüncesine göre doğa, akıl ve dolayısıyla mantıksal nedensellik sahibidir; Tanrı bile bu nedenselliğe tâbidir. Dinlerin Tanrı'sının üzerinde ise onun tâbi olacağı hiçbir ilke yoktur. Bu iki farklı tercih bilgi edinme yöntemini de belirler. İlkinde doğa, aklın yasalarına uymak zorundadır ve dolayısıyla rasyonel bir düzene sahiptir. Diğer bir deyişle hakikati bilmek mümkündür. Aklın düzeni, yani kendini dilde ve matematikte ifşa eden düzen, doğadaki düzen ile özdeşdir. Varlık ile bilgi özdeşliğinden dolayı, epistemolojik herhangi bir problem de yoktur; çünkü bir teorinin vakaya mutabakatı gibi bir sorun yoktur. Bu nedenle Parmenides, tüm oluşun yalan olduğunu söyleyebilmiştir.

İkincisinde ise bilgi rasyonel olsun veya olmasın olguya ve veriye bağlıdır. Bu çatışma bir soru ile açığa çıkar: Tanrı istediğini yapabilir mi, yoksa doğa tarafından sınırlandırılmış mıdır? Eğer yaratım mantıksal bir süreç ise ve insan evrenin içine

⁵⁸⁹ Feynman, *Fizik Yasaları Üzerine*, 58.

⁵⁹⁰ Cartwright, *How the Laws of Physics Lie*, 11.

sinen *Logos*'tan, evrenin bir parçası olması nedeniyle pay alıyorsa, o zaman sezgisel olarak doğa bilgisine sahip olabilir. Eğer Tanrı ereksel neden veya başka bir model ile sınırlandırılmamış ise, o zaman insan yalnızca *a posteriori* olanı, yani sadece fenomenleri bilebilir.⁵⁹¹ Fenomenlerden hareketle bilinebilecek olan tek şey ise, istatistiksel genellemeler olarak fenomenal doğa yasalarıdır.

Görüldüğü üzere teorik doğa yasaları bu iki görüşün kesiştiği yerde durmaktadır. Bu nedenle, metafiziği ile bu iki geleneği uzlaştıran isim olan Descartes, aynı zamanda teorik doğa yasası kavramını da formül etmiştir. Descartes'a göre *Res Cogitans*, nedensel zorunluluğa sahip olan doğanın dışında, özgür irade sahibi tek varlıktır. Descartes'a göre Tanrı, yaratılışın başında maddenin hareketini düzenleyen değişmez yasalar koymuştur; bu yasalar elde edilecek fenomenal yasaların keşfedilmesinin de önkoşullarıdır.

Ayer, Descartesçı evren ile Grek evrenini şu şekilde karşılaştırır:

...doğa yasası" ifadesi, emir veren özne-doğa kavramsallaştırmasının izlerini taşır. Bu emirler ister kişi Tanrı'nın emirleri olsun, ister Greklerde olduğu gibi kişi olmayan kaderin emirleri olsun fark etmez. Önemli olan, iki durumda da, çok güçlü olan hâkimin-egemenin riayet edilmesi gereken sınırlar dikte etmesidir... Doğaya izafe edilen emirler öyle bir otoritedir ki, o emirlere karşı gelmek imkânsızdır.⁵⁹²

Genel olarak doğa yasalarının teolojik yorumları on dokuzuncu yüzyıla kadar etkisini sürdürmüştür. Giere, on dokuzuncu yüzyıldan sonra, özellikle Darwin ile birlikte bilimsel düşüncenin sekülerleşmesiyle, mantıksal pozitivistlerin doğa yasası kavramını on yedinci yüzyıldaki teolojik imalarından arındırdıklarını iddia eder. Bu süreçte en önemli tartışma konusu yasaların zorunluluğu olmuştur.⁵⁹³

Doğa yasalarının dayandığı nedenselliğin zorunluluğu üzerine iki yaygın görüş vardır. Birinci görüş, doğa yasalarının doğada gerçekten var olduğunu, olgular arasındaki nedensellik ilişkisinin zorunlu olduğunu ve insan aklının doğa yasalarını keşfettiğini iddia eder (*Anti-Humean view*). Diğer görüş ise, doğada yalnızca olguların olduğunu ve bu olgular arası düzenliliklerinden hareketle doğa yasalarının

⁵⁹¹ Hooykaas, *Religion and the Rise of Modern Science*, 29-30.

⁵⁹² Alfred J. Ayer, *The Concept of a Person* (New York: St. Martin's Press, 1963), 211.

⁵⁹³ R. Giere "The Skeptical Perspective: Science without Laws of Nature", *Laws of Nature*, ed. F. Weinert (Berlin: Gruyter, 1995), 127.

insanlar tarafından inşa edildiğini, dolayısıyla doğal ilişkilerin mantıksal zorunluluğa indirgenmesinin yanlış olduğunu düşünür (*Humean view*).⁵⁹⁴ Hume’a göre neden ve sonuç arasında fiziksel bir bağlantı bulunamaz; bağlantı fiziksel dünyada değil zihindedir. Çünkü insan doğada gördüklerini ilişkilendirmeye, gerçekte olduğundan daha fazla düzen görmeye meyillidir. Bu şekilde çokluğu birliğe getirir ve bilgi üretir. Doğadaki olgulara dair inşa edilen neden-sonuç bağlantıları alışkanlıklardan ibarettir.⁵⁹⁵

Çağdaş Humecü görüş doğa yasalarının genel tasvirler olduğunu ve olguları değil olguların meydana gelme ihtimallerini açıkladıklarını iddia eder.⁵⁹⁶ Buna göre doğa yasaları empirik düzenliliklerdir; mantıksal, fiziksel ya da metafiziksel olarak zorunlu değildirler. Mantıksal zorunluluk, analitik *a priori* karakterinden dolayı, empirik olmayana dairdir. Fakat bilim, doğal fenomenler kümesini mantıksal olarak ele almak demektir. Bu nedenle doğa yasaları ve onlardan üretilmiş teoriler, fenomenal alanı ontolojik olarak doğru tasvir edemez, sadece işlevsel modeller olarak işe yararlar.⁵⁹⁷

Doğa yasalarının fiziksel-fenomenal olarak zorunlu olmasının fiziksel nedenleri olabilir; fakat bu fiziksel-fenomenal zorunluluk *a priori* olarak bilinemez; empirik bir gerekçesi olmalıdır. Epistemolojik problemler doğa yasasının tümel ve zorunlu olduğunu söylemeyi imkânsız kılmaktadır. Sonuç olarak teorik ve fenomenal doğa yasalarının, evrenin tümünde (eğer böyle bir şey söylenebilirse) geçerli olup olmadığı bilinemez.

Van Fraassen, vermiş olduğu bir röportajda, doğa yasası kavramının zorunluluğu imlediğini, ama bunun klasik felsefenin bir iddiası olduğunu, on dokuzuncu

⁵⁹⁴ Helen Beebe, “The Non-Governing Conception of Laws of Nature”, *Philosophy and Phenomenological Research* 61/III (Nov., 2000), 571-594.

⁵⁹⁵ David Hume, *İnsanın Anlama Yetisi Üzerine Bir Soruşturma*, çev. Oruç Aruoba (Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 1976), 20-32 ve 47-67, ayrıca bkz: Evan Fales, *Causation and Universals* (London and New York: Routledge, 1990), 6.

⁵⁹⁶ Beebe, “The Non-Governing Conception of Laws of Nature,” 574.

⁵⁹⁷ Giere, “The Skeptical Perspective: Science without Laws of Nature,” 131.

yüzyıldan itibaren doğa yasalarının bu imden arındırıldığını iddia eder. Ona göre bütün olası durumlar içinde hiçbir olgu gerçekleşmek zorunda değildir.⁵⁹⁸

Newton'un kuvvet dediği şeye Einstein uzay-zaman bükülmesi der; farklı kavramsal (epistemik) şemalar farklı ifadelere, onlar da farklı doğa yasası formülasyonlarına yol açabilir. Her ne kadar doğa yasaları insan aklının inşaları olsalar da, bu inşalar doğada istisnasına henüz rastlanmamış düzenlilikler için kullanılır. Einstein'ın görelilik teorisi de Newtoncu sistemin bir düzensizliğinden, Merkür'ün hareketinin düzensizliğinden ortaya çıkmıştır.⁵⁹⁹ Bu da gösteriyor ki insan bilgisi bir evrim içindedir; doğaya dair mevcut bilgi, henüz istisnasına rastlanmamış olmasından dolayı “kesindir” denilemez ama “güvenilirdir” denilebilir. Sonraki süreçte bir istisnanın ortaya çıkıp mevcut doğa yasasının modifikasyonuna hatta reddedilmesine neden olması her zaman mümkündür. Doğada bir düzenliliğin olduğu yadsınamaz; bu düzenliliğin tasvir edilmesi, indirgemecilikten dolayı her zaman kusurlu kavramsal şemalar ve metafizik çerçevelerle yapılacaktır. Bu kusurlu şemalara dayanarak elde edilen teorik yasalardan tümdengelimle elde edilen durumların, teknolojik gelişmeler ile derinleşen deneysel veriler ile uyumsuzluklar ortaya çıkarması, kavramsal şemaları ve doğa yasası formülasyonlarını modifikasyona zorlar.

2.4.3. Doğa Yasası Kavramının Ortaya Çıkışı

Yukarıda da ifade edildiği gibi Descartes, tüm fiziksel fenomenlerin riayet ettiği doğa yasası kavramını formüle etmeye çalışan ve bu yasalardan hareketle yapılan açıklama biçiminin matematiksel olarak ifade edilebilir olduğunu iddia eden ilk kişidir.⁶⁰⁰ Descartes'tın “doğa yasası” formülasyonundan önce, serbest düşme yasasını ortaya atan Galileo ve gezegen hareketlerine yönelik üç yasasını ortaya koyan Kepler, “yasa” terimini değil “teori” ve “önerme” terimlerini kullanmışlardır.⁶⁰¹ Kepler “yasa” veya “yasalar” (*lex, legibus*) terimlerini

⁵⁹⁸ “Closer to Truth,” son güncelleme 09.08.2016, <http://www.closetotruth.com/series/what-the-origin-the-laws-nature>

⁵⁹⁹ Stephen Hawking and Leonard Mlodinov, *Zamanın Daha Kısa Tarihi*, çev. Selam Ögünç (İstanbul: Doğan Kitapçılık, 2005), 8-15.

⁶⁰⁰ Hattab, “Laws of Nature,” 552.

⁶⁰¹ Hattab, “Laws of Nature,” 553-554.

kullandığında ise ne kastettiği açık değildir.⁶⁰² Ruby, Latince *lex* Grekçe ise *nomos* terimlerinin sadece hükümet veya yargı otoritesinin dayandığı ilkeler anlamında kullanıldığını ifade eder. *Astronomia* Grekçe “yıldız yasaları” anlamına gelir; ama bu yıldızları çalışma ve yorumlama kuralları anlamında kullanılır; yıldız davranışlarını belirleyen görünmez doğa yasaları anlamında değil.⁶⁰³ Öte yandan Zilsel’e göre, Stoacılar evreni, Büyük İskender tarafından simgelenen *Logos*’un yönettiği bir imparatorluk olarak düşünmüşler ve bu nedenle İskender’in emirleri ile *Logos*’un emirleri (doğa yasaları) arasında bir benzeşim kurmuşlardır. Bu nedenle, Stoacı çerçeve, doğa yasası kavramına yabancı değildir. Fakat matematiksel formda tikel veya tümel doğa yasası fikri on yedinci yüzyıla kadar yoktur.⁶⁰⁴

İkinci olarak Kepler’in ve Galileo’nun yasaları, yukarıda ifade edildiği üzere fenomenal doğa yasalarıdır. Benzer şekilde Bacon, “doğa yasası” tabirini kullanmıştır ama Bacon bu kavramı, matematiksel olarak ifade edilebilen düzenlilik anlamında değil, töz türlerinin sahip olduğu müşterek nitelikler anlamında kullanır. Baconcu form-yasa ile ilgili tartışma tezin birinci bölümünde yapılmıştır. Sonuç olarak Descartes’in öncülüğü “teorik doğa yasası” kavramındadır. Nitekim Zilsel de doğa yasası kavramının, İncil’in ilahi yasalarının geometrik yönergelere çevrilmesiyle oluştuğunu, Kepler’in doğa yasası metaforunu kullanan ilk isim olduğunu ama doğayı yöneten Tanrı fikri ile niceliksel kurallar olarak fiziksel düzenliliklerin tasvirini birleştiren ismin Descartes olduğunu söyler.⁶⁰⁵

Teorik doğa yasası kavramının oluşması için iki ayrı ve karşıt unsurun birleştirilmesi gerekmektedir. İlki Antik Grek’te ortaya çıkan, doğayı içsel olarak rasyonel kabul eden ve fenomenleri öngörmek için matematiği kullanan, yani fenomenal tasvirlerle uğraşan orta bilimlerle bu orta bilimlerin “nasıl” araştırmasına rehberlik eden, meşruiyet veren, hem hareket noktası hem de amaç verici *espite*’yi sağlayan fizik bilimi arasındaki çatışmadır. İkincisi çatışma ise Hristiyan teolojisi ile Grek metafiziği arasındaki kadim uyumsuzluktur. İki durumda da teorik doğa yasası

⁶⁰² Ruby, “Origin of Scientific Law,” 351.

⁶⁰³ Ruby, “Origin of Scientific Law,” 347.

⁶⁰⁴ Edgar Zilsel, *The Social Origins of Modern Science* (Dordrecht: Springer, 2003), 100; ve ayrıca bkz: Ruby, “Origin of Scientific Law,” 350-356.

⁶⁰⁵ Edgar Zilsel, “The Genesis of the Concept of Physical Law”, *The Philosophical Review* 51/III (1942): 245–267.

kavramsallaştırmasına engel teşkil edecek varsayımlar vardır. İlk engel, fizik ile orta bilimler (*scientia media*) arasındaki Aristotelesçi ayrımdır. İkinci engel ise nedensellik ilkesinin zorunluluğu ve mümkünlüğü (*voluntarism* ve *determinism*) arasındaki kadim mücadeledir.⁶⁰⁶

2.4.4. Fizik ile Orta Bilimler Arasındaki Çatışmanın Aşılması

Değişim insan tarafından akıl edilemez; çünkü akıl çelişmezlik ilkesi gereği bir şeyin aynı zamanda ve aynı bakımdan hem A, hem A-olmayan olmasını kavrayamaz. Doğadaki değişim, bir şeyin daha önce olmadığı bir şey haline gelmesidir. Bu nedenle Elealılar değişimin gerçekliğini reddetmişlerdir. Aynı nedenle Platon, matematiği, bilimin en güzel örneği olarak sunar; çünkü matematik değişime tâbi olmayan nesnelerle ilgilenir. Fizik ise değişime tabi olan şeylerle ilgilendiği için kesin değildir. Dolayısıyla bilim gözleme dayanamaz; gözlem ile astronomi, dinlemek ile müzik yapılamaz, öğrenilemez ve öğretilemez.⁶⁰⁷

Platoncu bakış açısıyla tersten düşünüldüğünde, hareket kategorisini geometrik ilke olarak kabul etmek çelişkilidir. Platon için geometri sonsuz, değişmez olan gerçeğin bilgisini verir. Hareket kategorisini geometrik bir ilke olarak kabul etmek, geometrik bilginin değişmezliğini ve dolayısıyla kesinliğini ortadan kaldıran bir adımdır.⁶⁰⁸ Nitekim Zenon paradoksları da aynı mantıkla hareketin olanaksızlığını göstermek için oluşturulmuştur. Bu nedenle Aristoteles, matematiğin özü gereği dinamik bir teoride kullanılamayacağını iddia eder. Matematik ile sadece statik teoriler kurabildiğinden dolayı, matematiksel bir teori doğadaki hareketi ve nedenleri asla açıklayamaz. Aristoteles için fizik, kendi başına var olan ama hareket eden şeylerle; matematik ise kendi başına var olmayan ama hareket etmeyen şeylerle ilgilenir. O halde hem kendi başına var olmayan, hem de hareket eden şeyler bilimin konusu değildir.

Aristotelesçi çizgi, fizik ile matematik arasındaki optik, mekanik, astronomi ve müzik bilimlerini orta bilimler (*scientia media*) olarak isimlendirmiştir. Çünkü bu disiplinler, gerçek şeylerle uğraşan fizik ve soyut şeylerle uğraşan matematik

⁶⁰⁶ Hattab, "Laws of Nature," 553.

⁶⁰⁷ Hooykaas, *Religion and the Rise of Modern Science*, 31.

⁶⁰⁸ Cassirer, "Newton and Leibniz," 381.

arasındadır.⁶⁰⁹ Aristoteles, orta bilimlerden biri olan optiğin, matematik çizgi üzerinde matematiksel anlamda değil fiziksel anlamda çalıştığını ifade eder.⁶¹⁰ Aristoteles, optiğin geometrik, müziğin (harmoni) aritmetiksel, mekaniğin ise stereometrik (uzay geometrisi) olduğunu söyler.⁶¹¹

Marshall Clagett, Greklerde optik biliminin son derece deneysel ve matematik karakterli olduğunu, görme olgusunun ister gözden çıkan ışınların nesneye ulaşması ile (Pythagorasçılar), isterse nesneden göze ulaşan ışınlar ile (atomcular) gerçekleşsin geometriyle çözümlenmiştir.⁶¹²

Aristotelesçi bilimler şemasına göre orta bilimler fiziksel nesne ve süreçleri matematiksel olarak tasvir etmek için kullanabilir. Orta bilimlerde her bir önerme matematiksel ilke ve teoremlerle, o orta bilimin ilkeleriyle ve o orta bilimde daha önceden ispatlanmış bir teoremle temellendirilir.⁶¹³ Optik söz konusu olduğunda, kullanılan geometrik doğrular, ışık ışınlarını temsil ederek hesaplamayı kolaylaştırabilir (olguyu kurtarabilir) ama doğa felsefesinin sorularını (ışığın doğası nedir?, optik fenomenlerinin nedenleri nelerdir?) cevaplayamaz.⁶¹⁴ Bu nedenle matematik tözün yalnızca niceliksel arazlarını kendine araştırma nesnesi kılabilir, sadece niceliksel hareketi kinematik olarak (*saving the phenomena*) ele alabilir (klasik astronomide olduğu gibi).⁶¹⁵

Orta bilimlerin yasaları (örneğin Arşimet'in kaldırma yasası veya Galileo'nun serbest düşme yasası) klasik anlamda fiziksel değil matematikseldir; modern ifadeyle söylenirse dinamik değil kinematik açıklamalardır. Diğer bir deyişle fenomenin nedeni hakkında bir açıklama yapmadan doğrudan fenomenin matematiksel tasvirini ortaya koyar.

⁶⁰⁹ Hattab, "Laws of Nature," 554.

⁶¹⁰ Aristoteles, *Fizik*, 194a7-11.

⁶¹¹ Bochner, *The Role of Mathematics in the Rise of Science*, 144.

⁶¹² Aktaran Freely, *The Emergence of Modern Science, East and West*, 96.

⁶¹³ Richard D. McKirahan, "Aristotle's Subordinate Sciences", *The British Journal for the History of Science* 11/III (Nov., 1978), 201.

⁶¹⁴ John A. Schuster, "Waterworld: Descartes' Vortical Celestial Mechanics", *The Science of Nature in the Seventeenth Century: Pattern of Change in Early Modern Natural Philosophy*, ed. Peter R. Ansety ve John A. Schuster (Dordrecht: Springer, 2005), 37.

⁶¹⁵ Ernan McMullin, "Hypothesis", *Encyclopedia of the Scientific Revolutions: From Copernicus to Newton*, ed. Wilbur Applebaum (London & New York: Garland Publishing, 2000), 494-496.

Daha önce ifade edildiği gibi, Aristoteles doğada dört türlü hareket varsayar. Burada niteliksel hareket duyusal içeriğinden dolayı matematik ile değil ancak mantık ile ele alınabilir. İkinci olarak Aristoteles'e göre doğa felsefesinin amacı dört nedeni bilmektir.⁶¹⁶ Formel nedenler doğal düzenin açıklamasında; etkin nedenler ise itme ve çekme olarak doğal düzenden ayrılışın açıklamasında kullanılır.⁶¹⁷ Burada maddi ve amaçsal nedenler matematiksel olarak ele alınamaz. Bu nedenle yeni bilim, maddi nedeni ayrı olarak, madde teorisi adı altında ve metafiziksel olarak incelemiş, etkin nedeni de fiziksel kuvvete dönüştürmüştür.⁶¹⁸ Amaçsal ve formel nedenler ise bilimsel soruşturmanın dışına çıkarılmıştır; çünkü on yedinci yüzyıl mekanik felsefesi evreni *animist* ya da *vitalist* olarak değil *meteryalist* olarak kavramakta, Kuhncu tabirle paradigma (örnek alınan bilim) olarak Aristoteles'in yaptığı gibi canlılık bilimini değil, mekanik bilimini kullanmaktadır. Bu çerçevede, tezimizin temel iddiası olan niteliksel hareketin niceliksel harekete indirgenmesi olgusunun kendisini görünür kıldığı noktalardan birisidir.

Fizik ile orta bilimler arasındaki çatışmanın sertleştiği en önemli yer Aristotelesçi fizik ile Batlamyusçu astronomi arasındaki uyumsuzluktur. Duhem, *To Save the Phenomena* isimli eserinde bu uyumsuzluğun felsefe-bilim tarihi boyunca geçirdiği evrimi tartışır. Buna göre astronomi hipotezlerine dair iki klasik görüş vardır: ilk görüşe göre astronomi hipotezleri görünüşteki göksel hareketleri kurtarmak (*saving the phenomena*), hesaplamalara uygun hale getirmek amacıyla üretilmiş matematiksel tasvirlerdir ve gerçeklikleri yoktur; ikinci görüşe göre ise bu hipotezler göksel hareketlerin gerçekliğini ortaya koyar.⁶¹⁹

İlk görüşü Duhem, *Instrumentalism* olarak isimlendirir. Scriven, *Instrumentalism*'i şöyle tanımlar: Duyulur dünya var olabilir ama görünmez bilimsel varlığı ve düzen sağlayan yasaları, olguların nedenlerini tahmin etmeyi mümkün kılmak ve betimlemeleri yalınlaştırmak için inşa edilir; gerçek oldukları iddia edilmez. Bu tezin daha güçlü versiyonu, dış dünyanın, ötesi için yapılacak varsayımlara imkân

⁶¹⁶ Aristoteles, *The Metaphysics*, 983a25, ayrıca bkz: Aristotle, "Posterior Analytics," 78a23-29.

⁶¹⁷ Thomas S. Kuhn, *Asal Gerilim: Bilimsel Gelenek ve Değişim Üzerine Seçme İncelemeler*, çev. Yakup Şahan (İstanbul: Kabalcı, 1994), 51-53, ayrıca bkz: Hesse, *Forces and Fields*, 65-66.

⁶¹⁸ Kuhn, *Asal Gerilim*, 53.

⁶¹⁹ Duhem, *To Save the Phenomena*, 28.

sağlayan bir araç olduğunu iddia eder.⁶²⁰ Diğer bir deyişle teoriler ile deneysel veriler arasında zorunlu bir ilişki yoktur; kendi içinde tutarlı farklı modellere dayanan ve olguları açıklayan teoriler aynı deneysel verilerle doğrulanabilir.

Batlamyus, olguyu matematiksel olarak betimlemede sadece bütünüyle kinematik bir hipotez benimsediğini ifade eder. Bu hipotez, mümkünse yalın olanı, gerekliyse karmaşık olanı açıklama için kullanmaktır. Batlamyus, olgunun matematiksel tasvirinin fiziksel gerçekliğe tekabül etmesi gerektiğini de düşünmez. Batlamyus, bir gezegenin hareketi için oluşturduğu betimlemenin sadece işlevsel olduğunu ifade eder; *eccentrics* ve *epicycles* gerçekte yoktur; bunlar gezegen hareketlerini açıklamak için kullanılan temsillerdir.⁶²¹ Batlamyus, bu nedenle, Aristoteles fiziğini de reddetmez; sadece astronomi biliminin göksel şeylerin özünü kavramadaki acziyetini kabul eder.⁶²² Bu nedenle teorisini, fiziksel ilkeleri hesaba katmadan, bütünüyle işlevsel amaçlarla oluşturmuştur. Batlamyus kendi yöntemini şu şekilde ifade eder: “Astronomlar göksel hareketleri olabildiğince yalın bir hipotezle açıklamaya çalışmalı, eğer başarısız olurlarsa hangi hipotez olguyu daha çok açıklıyorsa onu tercih etmelidirler.”⁶²³

İbn Rüşd gibi isimler ise ikinci görüşü savunmuşlar ve astronomi teorisinin Aristotelesçi fiziksel ilkelerle uyuşması gerektiğini iddia etmişlerdir. Bu çerçevede *epicycles* ve *eccentric* gibi Batlamyusçu astronomiye ait parametrelerin gerçekliklerini reddetmişler ve bunlarsız bir astronomi teorisi oluşturulması gerektiğini iddia etmişlerdir.⁶²⁴ Bitrûcî, bu çerçevede bir astronomi teorisi ortaya koyar fakat Bitrûcî’nin teorisi gezegenlerin pozisyonlarını tahmin etmede Batlamyus modeli kadar başarılı değildir.⁶²⁵

Kopernik, İtalya’ya seyahat ettiğinde, göksel hareketlerin görünüşlerini, fiziğin ilkeleri ile uyumlu bir hipotez ile kurtarmanın nasıl mümkün olduğu üzerine yapılan tartışmalara şahit olmuştur. Buna göre İbn Rüşdçü (Bitrûcî’nin teorisi Avrupa’da bu

⁶²⁰ Micheal Scriven, “The Psycho-Logical Foundations of Modern Science,” *New Metaphysical Foundations of Modern Science*, ed. W. Harman and J. Clark (Michigan: Edward Brothers, 1994), 48.

⁶²¹ Dijksterhuis, *The Mechanization of the World Picture*, 66.

⁶²² Duhem, *To Save the Phenomena*, 20-23.

⁶²³ Aktaran Freely, *The Emergence of Modern Science, East and West*, 122.

⁶²⁴ Duhem, *To Save the Phenomena*, 29.

⁶²⁵ Duhem, *To Save the Phenomena*, 32-34.

isimle anılmıştır) sistem fiziğin ilkeleri ile uyumludur ama görünüşleri kurtaramaz; Batlamyusçu sistem ise görünüşü kurtarır ama fiziğin ilkelerini ihlal eder.⁶²⁶ Bu çıkmazı Kopernik kitabında şu ifadelerle özetler:

Matematikçilerin göklerin hareketlerini araştırması hakkında mutabık olmadıklarını gördüm. İlk olarak, Güneş ve Ay'ın hareketlerindeki belirsizlikten dolayı bugün bile bir yılın uzunluğunu kesin ve değişmez olarak belirleyememektedirler. İkinci olarak, iki yıldızın ve beş gezegenin hareketlerini modellemek istedikleri zaman ne aynı ilkelerden ne de aynı hipotezlerden hareket ediyorlar. Göklerin görünüşteki hareketlerini aynı yolla açıklamıyorlar. Bazısı sadece eş merkezli küreleri, diğerleri ise *eccentric* ve *epicycle*'ları kullanmaktadırlar ama hiçbirisi astronominin gerekliliklerini karşılayamıyorlar. Eş merkezliliğe güvenenler görünüşteki düzensizliği kesin bir biçimde açıklayamıyorlar ve bu hipotezi kullanarak görünüşle birebir uyuşan herhangi bir şey ortaya koyamazlar. *Eccentric*ler hayal edenler görünüşün hareketlerini analiz ederler ve sayısal tablolar ile görünüşü açıklıyor görünürler; fakat kabul ettikleri bu hipotez ile hareketin yalınlığı birincil ilkesini ihlal ederler. Dahası varsayımlarından en önemli şeyi, Dünya'nın şeklini ve parçalarındaki tam simetriyi keşfedemez ya da çıkarsayamazlar.⁶²⁷

On yedinci yüzyıla kadarki süreçte, iki sistem de fiziksel olarak karşılaştırılabilir olmadığından, genelde filozoflar, doğruluktan söz edildiğinde, nedensel açıklamanın veya fiziksel modelin (Aristoteles), pratik gerekçelerle gezegen hareketlerini tahmin etmekten söz edildiğinde ise olguyu kurtaran matematiksel modelin (Batlamyus) kabul edilmesi gerektiğini ifade ederek problemi ertelemekle yetinmişlerdir.⁶²⁸

Hipotez terimi orta bilimlerdeki matematiksel modeller için kullanılmıştır. Plutarch'a göre Aristarchus da Güneş merkezli modelini hipotez olarak önermiştir.⁶²⁹ Aynı şekilde Arşimet, *Psammites* (Hesaplayıcı) isimli eserinde Aristarchus'un modeli için "hipotez" tabirini kullanır.⁶³⁰ Simplicius, altıncı yüzyılda, Aristoteles'ten sonra Venüs ve Mars'ın parlaklıklarının değiştiği, Güneşe olan uzaklıklarının sabit olmadığı fark edildiğinden dolayı, Aristotelesçi evren modeli temelindeki astronomi

⁶²⁶ Duhem, *To Save the Phenomena*, 62.

⁶²⁷ Aktaran Duhem, *To Save the Phenomena*, 61-62.

⁶²⁸ Robert S. Westman, "The Melanchton Circle, Reticus and the Wittemberg Interpretation of the Copernican Theory", *The Scientific Enterprise in Early Modern Europe: Reading from Isis*, ed. Peter Dear (Chicago: The University of Chicago Press, 1991), 10-17, ayrıca bkz: Duhem, *To Save the Phenomena*, 5-45.

⁶²⁹ Koyre, *Bilim Tarihi Yazıları*, 107-109.

⁶³⁰ Freely, *The Emergence of Modern Science, East and West*, 102-103.

hipotezinin Grek astronomlar tarafından terk edildiğini, çünkü bu hipotezin olguyu kurtaramadığını ifade eder.⁶³¹ Batlamyus modeli için kullanıldığı gibi, on altıncı yüzyılın ikinci yarısında Kopernik sistemi için de “hipotez” tabiri kullanılmıştır. Bu sistemin gerçeklik olarak değil, hesaplamalar için gerekli olan alet olarak alınması gerektiği ifade edilmiştir.⁶³² Kardinal Robert Ballarmine, 1615’te yazdığı mektupta Galileo’ya, Kopernik sistemini *ex suppositinione* (hipotetik) olarak görmenin meşru olduğunu ama gerçek olarak görülemeyeceğini söyler. Eğer Kopernik sistemi olguyu-görünüşü Batlamyus sisteminden daha iyi açıklıyorsa, pratik kullanım için Kopernik sistemi kullanılabilir. Astronomi biliminde hipotezler, bir öngörü-tahmin aracı-aleti olarak görülmektedir.⁶³³

Astronomi modellerinin sadece olguyu-görünüşü kurtaran hipotezler olduğunu ve gerçekliklerinin olmadığını kabul eden baskın görüşe, Kepler, yayınlanmamış eseri *Apologia pro Tychone contra Ursum*’nda (1600) karşı çıkarak, oluşturulmuş astronomik-matematiksel modelin, elde edilen yeni gözlem sonuçlarını da açıklamayı başarması durumunda doğruluğundan söz edilebileceğini iddia eder.⁶³⁴ Bu inanç doğrultusunda *Astronomia Nova*’da (1609) kendi astronomik-matematiksel modeli için bir fizik teorisi teklif etmiştir.

On yedinci yüzyıl ile birlikte, astronomi başta olmak üzere tüm orta bilimlerin görünüşü kurtaran hipotezler teklif etmenin ötesine geçmiş ve yeni bir fizik teorisi talebini ortaya çıkarmışlardır. Yeni fizik teorisi, bu bölümde yapılan metafizik tartışmalarında gösterdiği üzere, tarihsel birikimi kendisine dayanak yapan, Grek felsefesinin üzerinde çok durmadığı vakaya mutabakat sorununu ciddiye alan, Galileo ve Kepler gibi düşünürlerin açtığı yolda oluşturulmuştur. Yeni fizik, farklı bir *bütün* formüle etmiş ve mekanik başta olmak üzere tüm sanatlara rehberlik edecek teorik bilgiyi sağlayarak pratik başarıların önünü açmıştır.

Astronomi ile fizik arasındaki çatışmanın, özellikle Kepler ve Galileo üzerinden felsefi olarak aşılmasına, Rönesans atmosferinde orta bilimlerin (mekanik,

⁶³¹ Freely, *The Emergence of Modern Science, East and West*, 72.

⁶³² Westman, “The Melanchton Circle, Rheticus and the Wittemberg Interpretation of the Copernican Theory,” 10-17.

⁶³³ McMullin, “Hypothesis,” 494-496.

⁶³⁴ McMullin, “Hypothesis,” 494-496; ve ayrıca bkz: Burtt, *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*, 53.

astronomi, optik, müzik) mimari, denizcilik, ateşli silahlar, haritacılık gibi alanlardaki pratik başarıları da katkı sağlamıştır. Galileo, bu isimlerden biri olarak, aynı zamanda makineler icat eden bir mühendistir. Ölçümdeki kesinliğin pratik kullanım için gerekliliği bu tarz bir yaklaşımın itici gücüdür. Aynı şekilde Tycho Brahe, astronomi gözlemlerinde en kesin sonuçları elde etmek için alet yapımına özen gösteren isimler arasındadır. Nitekim kesin ölçüme yönelik bu hassasiyet, 1570'lerde kuyruklu yıldız ve nova gözlemlerine neden olmuş, Galileo'nun gözlemleriyle birleşen bu sonuçlar Aristotelesçi Ay üstü-Ay altı ontolojik ayrımının yıkılmasına neden olacak yolu açmıştır. Doğaya yönelik ölçüm yapma ve veri toplama, on yedinci yüzyılın ilk yarısından itibaren yaygınlaşmaya başlamıştır. Harvey'in kalbin her atışında pompaladığı kanın miktarını ölçmesi, Pascal'ın barometre ile yaptığı deneyi, Boyle'un gazların hacmi ile basınçları arasındaki ilişkiye yönelik ölçümleri gibi örnekler verilebilir. Ağırlıkların, açıların, uzaklıkların, sürenin, hacimlerin ve ısıнын ölçülebilmesi için aletler icat etme ihtiyacı yine aynı dönemde gündeme gelmiştir. Odometre, askeri pusula, sarkaçlı saat, termometre gibi icatlar ölçümde kesinliği yakalamak isterken, öte yandan, yeni verileri matematiksel olarak hesaplamalarda kullanabilmek için de ondalık sayı sistemi, logaritma, trigonometrik tabloyu daha küçük açılar için yeniden oluşturma gibi ihtiyaçlar ortaya çıkmış ve orta bilimlerin yerinin yeniden tanımlanmasına yol açmıştır.⁶³⁵

Yukarıda zikredilen süreç sonunda orta bilimlerle fizik arasındaki Aristotelesçi ayrım, pratik ve entelektüel gelişmeler ile birlikte bu gelişmelerin felsefi olarak yorumlanması sonucunda ortadan kalkmış, yeni fizik, hareket bilimi olarak mekaniğe (kinematik, statik ve dinamik) indirgenerek yeniden tanımlanmıştır. Descartes'ın, tevarüs ettiği bu çerçeve üzerinden teorik doğa yasası kavramına ulaşılabilmesi için, aşması gereken ikinci engel, nedenselliğin zorunluluğu ve mümkünlüğü üzerine yapılan kadim tartışmaya yöneliktir.

2.4.5. *Determinism ve Voluntarism Arasındaki Çatışmanın Aşılması*

Hiçbir şeyin şans eseri olmayacağını ima eden iki teori vardır; zamanın ötesinde olan, irade edeceği şeyi önceden bilen bir Tanrı'nın var olduğunu söyleyen

⁶³⁵ Pitt, "Measurement," 631-634.

voluntarist (iradeci) teori ve doğadaki düzenin nedensellik ilkesine göre çalıştığını, Tanrı'nın bile bu ilkeye tabi olduğunu söyleyen *determinist* teori. Tarihsel gerçeklik, iradeci teorinin bilimde yeni yollar açtığını göstermiştir. İradeci teorinin bakış açısına göre, doğanın düzeni ile insanın mantıksal düzeni özdeş değildir.⁶³⁶

Grek felsefesi, doğal ilişkileri mantıksal ilişkilere indirgeyerek çözümler; çünkü doğanın çalışma biçimi ile insan aklının çalışma biçimi ve bu aklın ürünleri olarak dil, matematik ve mantığın formları özdeştir. Bu varsayım kabul edilmediği müddetçe fizik ile metafizik, ya da deneyim ile teori arasında bir boşluk oluşacak ve doğa bilgisi ihtimalî hale gelerek kesinliğini yitirecektir. Burt'tın de işaret ettiği üzere bu iki uzayın özdeşliği önemli bir metafizik doktrindir.⁶³⁷ Nitekim tezin birinci bölümünde yapılan tartışma, Bacon'dan Newton'a uzanan süreçte bilginin nasıl ihtimalî hale geldiğini ve kesinliğini yitirdiğini ortaya koymuştur.

İncil'de yasa kavramı, Tanrı'nın insana ve doğaya dayattığı sınırlamalar anlamında kullanılır. Öte yandan rasyonel ve *determinist* bir düzen olarak Grek evreni, irade sahibi bir Tanrı anlayışıyla çelişir görünmektedir. Ortaçağ boyunca düşünürler, Grek felsefesi ile teolojik doktrinleri barıştırmaya çalışmışlardır. Batı'da gerçekleşen en etkili sentez, Aristoteles ile Katolik teolojisini birleştiren Aquinasçı sentezdir. Aquinas, Tanrı'nın mutlak kudreti ile doğal tözlerde içkin olan doğal kudreti (form) barıştırmaya çalışmıştır. Ona göre Tanrı evreni yaratırken doğal düzene bağlı kalarak yaratmıştır. Her ne kadar mucizeler göstermiş olsa da bu, doğal düzenin dışındadır. Aquinas'ın tezlerin pek çoğu 1277 yasaklaması kapsamına alınmış ve bundan sonra Tanrı'nın kudret ve irade sahibi oluşu dikkatli bir şekilde korunmaya çalışılmıştır. Tanrı, iradesi ile istediği zaman ve yerde doğal düzene müdahale edebilir. *Voluntarism* olarak bilinen bu anlayışa göre Tanrı'nın bağlı olduğu tek yasa çelişmezlik ilkesidir. *Voluntarism* için doğanın düzeni değişebilir olduğundan evrensel doğal yasaları da olamaz. On altıncı yüzyılda Thomasçılık, Cizvit Üniversitelerinde yeniden popüler olmaya başlamış ama Cizvitler doğal düzen anlayışı ile *determinismi* dikkatli bir şekilde birbirinden ayırmışlardır. Onlara göre doğal düzen zorunlu değildir ve Tanrı'ya bağlıdır. Bu süreçte de düzen (*order*)

⁶³⁶ Hooykaas, *Religion and the Rise of Modern Science*, 108-109.

⁶³⁷ Burt, *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*, 33-34.

kelimesini kullanıp, *determinist* imalar taşıyan yasa (*law*) kelimesini kullanmaktan kaçınmışlardır.⁶³⁸ Descartes böyle bir çerçeve tevarüs etmiştir.

Grek felsefesi, doğal fenomenler arasındaki nedenselliği, mantıksal-matematiksel zorunluluğa indirger. Diğer bir deyişle, Grek felsefesi için teorik olarak oluşturulan yapı (*epistēmē*) ile gerçek yapı (görünmeyen doğa) özdeşdir. Bu nedenle Grek felsefesi için görünmeyen doğa (*phûsis-form*) rasyonel bir düzenlilik sahibidir. Özellikle Aristoteles'e göre şeyler kendi doğalarına göre davranırlar; görünüşte sapma gibi görünen şeyler bile görünmez doğadaki düzenlilik ile açıklanabilir. Tezimizin birinci bölümünde tartışıldığı üzere, doğa bilgisinin ihtimali hale gelmesi, doğaya dair teorilerin özelde klasik astronomideki, genelde tüm orta bilimlerdeki, görünüşü kurtaran (*saving the phenomena*) hipotezlere dönüşmesi anlamına gelmektedir. Diğer bir deyişle, doğa felsefesine dair bilgi orta bilimlerin ürettiği hipotetik (*ex suppositinione*) bilgiye indirgenmelidir. Orta bilimlerin yöntemi matematik olduğundan dolayı, yeni doğa felsefesi, doğadaki hareketi, matematiksel olarak temsil edilebilir olana dönüştürmeli, diğer bir deyişle, niteliksel değişimi niceliksel harekete indirgemelidir ki doğadaki hareketi açıklayabilsin. Bu indirgemenin gerçekleşebilmesi için ise, duysal içeriğin bütünüyle öznel kabul edilip doğa felsefesinin dışına çıkarılması (çünkü ölçülebilir olmayan duysal nitelikler matematiksel olarak tasvir edilemezdir), doğanın sadece madde ve hareketten ibaret olduğunun varsayılması gereklidir. Bu durumda madde ya rastgele ya da belirli bir düzene göre hareket edebilir. Eğer rastgele ya da Tanrı iradesinin keyfiliği ile hareket söz konusuysa, bu durumda fenomenal hareketin ardında değişmez bir düzenlilik yoktur ve dolayısıyla fizik yapılamazdır (*occasionalism*). Eğer madde rastgele değil belirli bir düzenlilikle hareket ediyorsa, o halde maddenin tabi olduğu görünmez bir düzenlilik, yani doğa yasaları söz konusu olmalıdır.

Bu çerçevede iki alanı birbirinden tümüyle ayıran Descartes'a göre evren (*Res Extansa*) *determinist* yapıda olan büyük bir makinedir. Bu *determinisme* tabi olmayan tek varlık ruhtur (*Res Cogitans*). Tanrı yaratılışın başında maddeye bir *impetus* yüklemiş ve hareketli maddenin tabi olduğu bir takım değişmez yasalar yaratmıştır. Bu durumda Descartes için doğal ilişkiler-olgu durumları, ideal ilişkiler

⁶³⁸ Hattab, "Laws of Nature," 553-554.

gibi *a priori* zorunlu ilişkiler midir? Eğer cevap evet ise, Tanrı nasıl irade sahibi olabilir? Descartes, *voluntarism* ile *determinism* arasındaki çatışmayı, Tanrı'nın bu evreni dilediği gibi yaratıp dilediği yasaları koyduğu ve eğer isterse başka yasalarla başka bir evren de yaratabileceği şeklinde yorumlayarak aşar. Descartes bunu *Principia*'da şöyle açıklar: “Bir zanaatkâr, zamanı aynı anda gösteren ve aynı görünüşe sahip iki saati yapabilir, ama bu iki saatin içyapısı, makaraların ve vidaların boyutları pek çok farklı şekillerde yapılabilir.”⁶³⁹

Descartes için doğanın sahip olduğu nedensel zorunluluk, tıpkı insanın anlama yetisinin sahip olduğu nedensel zorunluluk gibidir. Nasıl anlama yetisinin doğruları zorunluysa, fiziksel olgular da zorunlu nedensel ilişkilerdir. İnsan nasıl iradesiyle anlama yetisinin içeriğini belirliyorsa, aynı şekilde Tanrı da fiziksel olguların içeriğini belirler. Diğer bir deyişle Descartes'ın üç hareket yasası, Tanrı'nın yarattığı evrene (maddeye-uzama) koyduğu yasalardır ve Tanrı bu yasaları dilediği zaman değiştiremez. Fakat Tanrı, farklı yasalarla farklı bir evren yaratabilir; tıpkı bir zanaatkârın içsel mekanizması birbirinden tümüyle farklı iki saati yapabilmesi gibi.

Descartes için evrenin bir düzeni vardır, bu düzen rasyoneldir ve fiziksel fenomenler, orta bilimlerin matematiksel yasaları olarak tasvir edilebilir.⁶⁴⁰ Hooykaas, teolojideki *voluntarism*in bilimdeki empirisizme, teolojideki *intellectualism*in ise bilimdeki rasyonalizme tekabül ettiğini, Descartes'ın bilimsel rasyonalizmine karşılık teolojik karakterinin *voluntaristik* olduğunu ifade eder.⁶⁴¹ Bu şekilde Descartes doğa yasası kavramını formüle ettiğinde, yalnızca fizik ile ortak bilimler arasındaki ayrımı kaldırmamış, aynı zamanda *voluntarism* ile Greklerin *determinist* evren anlayışını barıştırmıştır.⁶⁴²

Eskiden, düşünürün doğayı kavrayış tarzı, onun din konusundaki tutumunu belirlerken, Descartes, doğanın bir mekanizma olmasının ruhu ilgilendirmediğini dile getirerek, iki alanı birbirinden bağımsızlaştırmıştır. Bu düalist ontoloji, ruh ve maddeyi birbirine indirgenemez; onları apayrı yasalara uyan iki varlık türü olarak

⁶³⁹ Descartes, “Principles of Philosophy,” 289.

⁶⁴⁰ Hattab, “Laws of Nature,” 554.

⁶⁴¹ Hooykaas, *Religion and the Rise of Modern Science*, 41.

⁶⁴² Hattab, “Laws of Nature,” 554.

tanımlar. Bu metafizik, doğanın içinde hiçbir ereksellik barındırmayan yasaların olduğunu ve bu yasaların ruhtan tamamen bağımsız olduğunu varsayar.⁶⁴³

2.4.6 Değerlendirme

Aristotelesçi doğa felsefesi, mekanik felsefeden birkaç noktada ayrılır. İlki paradigma olarak canlılık bilimini kullanır; yani canlılık mekanizmasını (amaç yönelimli hareket ve hareketin ilkesinin içkin olması) *bütüne* teşmil eder. İkincisi ise *bütün* olarak mekanik işleyişi, yani makinelerin mekanizmasını seçer. Bu nedenle Aristoteles evreni büyük bir organizma, mekanik felsefenin evreni ise büyük bir makinedir.⁶⁴⁴ İlkine göre gerçeklik duyularımızla algıladığımız gibidir; ikincisine göre gerçekte yalnızca madde ve hareket vardır ve duyusal nitelikler birer yanılsamadır. Bu anlamda modern bilim, yapmış olduğu birincil ve ikincil nitelikler ayrımı ile bir yandan antik atomculuğa, bir yandan da Platoncluğa eklenir. Aristoteles'e göre maddeye ilişkin türsel form, bütün değişimi sağlayan hareket etmeyen hareket ettirici ve genel olarak cismin temel davranışlarını belirleyen ilkesidir (form-öz-doğa). Mekanik felsefeye göre aslolan harekettir; bir cisim duruyorsa muhakkak durdurulmuştur; bu nedenle hareketin değil sükûnun nedenleri soruşturulmalıdır. Buna göre madde, tabi olduğu doğa yasalarına göre yerel hareket yaparak, insanın duyuları üzerinden fenomenal cismin temel davranışlarını belirler.

Descartes'ın oluşturduğu teorik doğa yasası kavramsallaştırması, daha sonra Newton tarafından da kullanılarak, fenomenal evrenin mekanik işleyişine yönelik matematiksel bir açıklama modeli sunacak ve modern bilimin temeline yerleşerek onun amacı haline gelecektir.

⁶⁴³ Bumin, *Tartışılan Modernlik: Spinoza ve Descartes*, 36, ayrıca bkz: Burt, *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*, 115.

⁶⁴⁴ Collingwood, *The Idea of Nature*.

3. FİZİKSEL DÖNÜŞÜM

On yedinci yüzyıl yeni doğa felsefesinin yükselişi, birbirini belirleyen ve birbirince belirlenen iki ayaklı bir değişim süreci olarak okunabilir. Bu değişimin bir ayağı sosyo-ekonomik koşullarla ilgiliyken diğer ayağı zihniyet dünyasıyla ilgilidir. Coğrafi keşifler; İstanbul'un fethi; Osmanlı Devleti'nin baskıları; Katolik Kilisesi'nin siyasi üstünlüğüne başkaldıran prensliklerin asabiyet sağlayıcı yeni bir ideoloji olarak formüle ettikleri Protestanlığın ortaya çıkışı; 1618-1648 otuz yıl savaşları ve Westfalya Antlaşması; 1642-1651 Monarşi taraftarlarıyla parlamenter rejim taraftarları arasında gerçekleşen İngiliz iç savaşı; zenginleşen ticaret sınıfının toplumsal meşruiyetini sağlayacak yeni bir felsefeye ve problemlerini çözecek teknik gelişmelere ihtiyaç duymaları, bunun için yeni bilim ve felsefeyi finansal olarak desteklemeleri; Tycho Brahe'nin süpernova ve kuyruklu yıldız gözlemleri; Galileo'nun teleskopu ile yaptığı gözlemler gibi pek çok etken değişimin maddi koşullar ayağını gösterirken, aynı dönemde ortaya çıkan ve doğayı ölçülebilir niceliklere indirgeyen bir doğa tasarımı inşasında kullanılan antik atom teorisi ve onun modern açılımları; İslam felsefi birikiminin Avrupa'ya aktarılması, *impetus* teorisinin Aristotelesçi fiziğe yönelik eleştirileri; Batlamyus astronomisi ile Aristoteles fiziği arasındaki çatışma; Hermesçilik ile iç içe bir Platoncu-Pythagorasçı matematikçiliğin ve okültizmin ortaya çıkması; Aristoteles fiziğine bir alternatif olarak başta Galileo olmak üzere Yeniçağın filozoflarınca okunmuş ve benimsenmiş olan Arşimet mekaniği ve onun matematiksel yöntemi gibi pek çok dinamik ise zihin dünyasındaki motivasyonlar olarak nitelendirilebilir.

Tez, kendi yöntemini belirlemek ve teorik çerçevesini çizmek için “bilim devrimi” tarih yazıcılığının dayandığı modelleri ele almak zorundadır. Bu modeller içinde yaratılan ve analitik bir araç olarak kullanılan “bilim devrimi” kavramı, on altıncı ve on yedinci yüzyıllara dair pek çok bilimsel ve toplumsal olguyu birleştirici ve açıklayıcı şemsiye kavram olarak kullanılmaktadır. Bilim tarihi yazıcılığının ortaya koyduğu modellerin en temel amacı, modern bilimin ortaya çıkışını açıklamaya çalışmaktır. Bu modeller bilimsel gelişmeleri geleneksel bilimin bir devamı olarak ele alanlar ile modern bilimi geleneksel olandan radikal bir kopuş olarak ele alanlar şeklinde en temelde ikiye ayrılır. İlk model bilimsel gelişmeyi lineer ve birikime dayalı bir ilerleme olarak görürken, ikinci model bilimsel gelişmelerin ait oldukları *paradigma* içinde derinleştiklerini ve *paradigmalar* arasında bir süreklilik olmadığını söyler.

Modern bilimin ortaya çıkışını, geleneksel olandan radikal bir kopuş olarak görenleri, olgunun ortaya çıkışında sosyo-ekonomik gelişmeleri önceleyenler ile doğayı tasarlama ve ele alma yöntemini merkeze koyanlar olarak ikiye ayırmak mümkündür.⁶⁴⁵ Bu ayrışmanın nedeni, tarafların modern bilimi karakterize eden şeyin ne olduğuna dair kabullerinde temellenir. Eğer eleştirel yaklaşım, deneysel ve pratik yönelimler modern bilimin özüyse, o halde birikimci yaklaşım daha açıklayıcı görünmekte; eğer modern bilimin özü, içinden doğaya bakılan teorik çerçeve ise, o halde paradigmatik yaklaşım daha açıklayıcı görünmektedir.⁶⁴⁶

Pierre Duhem, Aydınlanmanın kendisini meşrulaştırmak için “karanlık” olarak ilan ettiği Ortaçağın sanıldığı kadar karanlık olmadığını, başta Galileo olmak üzere pek çok Yeniçağ düşünürünün Ortaçağ bilim ve felsefesine çok şey borçlu olduğunu düşünür.⁶⁴⁷ Duhem’e göre, Kilisenin 1277’de Aristotelesçiliği yasaklaması yeni arayış ve tekliflere imkân vermiş, yeni arayış ve teklifler on dördüncü yüzyılda

⁶⁴⁵ John O. Nnaji, “Concept of the “Scientific Revolution”: An Analysis of the Historiographical Appraisal of the Traditional Claims of Science,” (yayınlanmamış doktora tezi, Universitat De Les Illes Balears, 2013), 8.

⁶⁴⁶ Helge S. Kragh, *An Introduction to the Historiography of Science* (New York: Cambridge University Press, 1989), 77, ayrıca bkz: John A. Schuster, “Internalist/Externalist Historiography”, *Encyclopedia of the Scientific Revolutions: From Copernicus to Newton*, ed. Wilbur Applebaum (London & New York: Garland Publishing, 2000), 522-523.

⁶⁴⁷ Kostas Gavroğlu, *Bilimlerin Geçmişinden Tarih Üretmek*, çev. Ari Çokana (İstanbul: İletişim Yayınları, 2006), 43-47.

hareketi matematiksel yöntem ile ele almaya ve matematiksel hareket yasaları oluşturmaya zemin oluşturmuştur.⁶⁴⁸ Duhem'in teorik çerçevesini sonraki süreçte A. C. Crombie, A. Maier, W. A. Wallace ve M. Clagett gibi isimler devam ettirmiş ve geliştirmişlerdir.⁶⁴⁹

Marshall Clagett'in *The Science of Mechanics in the Middle Ages* isimli eseri, Thomas Bradwardine'in ve Nicole Oresme'nin çalışmalarının modern dinamik için matematiksel formda kurallar tanımladıklarını temellendirmeye çalışır. Clagett'in iddiasına göre, on dördüncü yüzyılda gerçekleştirilen bu girişimler yeni doğa felsefesinin en karakteristik unsurlarını ve Galileocu keşifler için temel teşkil edecek olan matematiksel formda hareket yasalarını oluşturmuştur. Bu yeni doğa felsefesi, Aristotelesçi doğa felsefesinden niceliksel olana sistematik olarak dayanmasıyla ayrılır.⁶⁵⁰

Duhem ile benzer çizgide Wallace, yeni bilimsel dönüşümün 1277'deki büyük yasaklamanın ortaya çıkardığı şüpheli tutum ile başladığını düşünür. Ona göre on dördüncü yüzyıl *nominalismi*, doğrudan bu yasaklamanın mümkün kıldığı bir tezdur. Ockhamlı William ile yeniden felsefenin gündemine taşınan bu teze göre, Tanrı mutlak irade sahibidir; doğada kendisiyle çelişmeyen her şey mümkündür; doğada *a priori* bir zorunluluk yoktur; felsefe şeylerin ne olduklarını değil ne olabileceklerini araştırır. Tümeller ve bütün kategoriler soyut kelimelerdir ve gerçeklik sahibi değillerdir. Gerçekte var olan yalnızca birincil tözler ve onların nitelikleridir. Daha sonraki süreçte Bradwardine ve arkadaşları, Aristotelesçi hareket teorisi eleştirisi üzerinden, Aristoteles'in hareket ettirici ilke, direnç ve hız arasında kurduğu niteliksel ilişkiye alternatif niceliksel bir ilişki kurarlar. *Mertonians* (Oxford Merton Koleji) olarak isimlendirilen bu *nominalist* ekip, kinematik problemleri, doğadaki hareketlere referans vermeden matematiksel yolla ele alırlar. Paris Üniversitesi'nde, Buridan ve Oresme önderliğindeki diğer bir *nominalist* grup (*Paris Terminists*), Mertoncu matematiksel teknikleri *impetus* teorisine uygulamışlar ve matematiksel formda yasalar üretmişlerdir. Wallace'ın iddiasına göre, Galileo'nun iktibas edeceği

⁶⁴⁸ William A. Wallace, *Prelude to Galileo: Essays on Medieval and Sixteenth-Century Sources of Galileo's Thought* (Dordrecht, London, Boston: D. Reidel Publishing Company, 1981), 303.

⁶⁴⁹ Kragh, *An Introduction to the Historiography of Science*, 16-17

⁶⁵⁰ Marshall Clagett, *The Science of Mechanics in the Middle Ages* (Madison: The University of Wisconsin Press, 1959).

eserler işte bu gelenekte üretilmiştir.⁶⁵¹ Bezer şekilde Alfred R. Hall, *The Scientific Revolutions 1500-1800: Formation of the Modern Scientific Attitude* isimli eserinde, Galileo'nun serbest düşme yasasını formüle etme süreciyle, Nicole Oresme'nin çalışmaları arasında bir paralellik ve süreklilik oluşturmaya çalışır.⁶⁵²

Fakat değişimin altında yatan değişmez statik yapı (birincil töz) varsayımı yerine birincil ve ikincil nitelikler ayrımı üzerinden doğa yasası kavramı formüle edilmeden, nasıl matematiksel formda hareket yasaları teklif edilebileceği problemlidir. Öte yandan, doğa felsefesinin amacının dört nedeni bilmek olduğu bir ortamda, sadece formel nedenin ortaya çıkardığı düzenliliklerin matematiksel tasvirlerini ortaya koymak, yeni bir *bütün* teklifi için yetersizdir.

Bu nedenle Winifred Wisan, Ortaçağda mekanik ve hareket üzerine yazılanlar ile Galileo'nun yazıları arasında bağlantı kurulmaya çalışıldığında, pek çok zorlukla karşılaşıldığını ifade eder. Ona göre Galileo, Grek matematikçilere ve Aristoteles'e olan hayranlığını ve minnettarlığını saklamaz; ama Ortaçağ yazarlarından çok az bahseder ve onların fikirlerine neredeyse hiç atıf yapmaz; çünkü Galileo kendi kavramlarının formüle ederken seleflerinden çok farklı bir yol izlemiştir. Sonuç olarak verilerin yetersizliği, bilimin Greklerden Ortaçağa, oradan da modern döneme uzanan bir süreklilik arz ettiğini varsayma noktasında daha dikkatli olmayı gerektiriyor.⁶⁵³

Ayrıca Celeyrette'in de işaret ettiği ve tezin ikinci kısmında tartışıldığı üzere, matematiksel doğa yasası araştırması bir Ortaçağ problemi değildir; Ortaçağ düşünürlerinin niyeti Aristoteles'in kitaplarındaki açıklamaları yorumlamaktır. Eğer Aristoteles ile ilgili çelişkili bir sonuca ulaşılmışsa, yapılan ayrımlarla sorun giderilmeye çalışılmış, burada da başarılı olunamamışsa, Bradwardine'in yaptığı gibi ihmal edilmiş ya da Oresme'nin durumunda olduğu gibi Aristoteles çevirilerinin yanlış olduğu iddia edilmiştir. Bradwardine'in amacı Aristoteles'in *Fizik* kitabının yedinci bölümünü şerh etmektir. Bradwardine'in metni, Aristotelesçi şerh geleneği

⁶⁵¹ Wallace, *Prelude to Galileo*, 18-26, ayrıca bkz: Laird, "Medieval Science and the Scientific Revolution," 660-663.

⁶⁵² Alfred R. Hall, *The Scientific Revolutions 1500-1800: Formation of the Modern Scientific Attitude* (London: Longsman, 1954), 79-92.

⁶⁵³ Wisan, "Galileo and The Emergence of a New Scientific Style," 311-313.

içine yerleştirilmelidir. Bradwardine ve Oresme, on dördüncü yüzyılda yaygın olduğu üzere itikadî nedenlerle Aristoteles ile doğa felsefesi bağlamında fikir ayrılığına düşmüşler, fakat yine de Aristotelesçi sistem içinde içsel tutarlılığı yakalamaya çalışmışlardır. Oresme ve Swineshead'den başka Bradwardine'in oran orantı formülasyonunu ciddiye alan başka kimse olmamıştır. Oresme bu formülasyonu matematiksel olarak temellendirmeye, Swinshead ise bunu doğa felsefesinin bazı problemlerine uygulamaya çalışmıştır. Bu problemler yeni problemlerdir ve genelde mantıksal, nadiren matematiksel olan ve ileri düzey öğrencileri eğitmek için kullanılan skolastik egzersizlerdir.⁶⁵⁴ Nitekim Wallace da bu çalışmaların modern bir teorinin matematiksel bileşenine sahip olduğunu fakat deneysel kısma sahip olmadığını kabul eder.⁶⁵⁵

Dijksterhuis ise Bradwardine'nin kullandığı matematiksel dilin, Öklid'in yüksek derecede özelleştirilmiş ve sert üsluplu dili olmasından dolayı, bir kesinlik talebi ile hareketi ele almayı sınırlandırdığını ifade eder. Bu dil ile olguyu ele almak hızı, alınan yol ve süre oranı olarak görmeyi imkânsız kılmaktadır, çünkü Öklid geometrisinde yalnızca aynı türden iki büyüklüğü oranlamak mümkündür.⁶⁵⁶

Clagett ve Wallace ile benzer bir çizgide Alistair C. Crombie, *Robert Grosseteste and the Origin of Experimental Science* (1953) isimli eserinde, on üçüncü yüzyılda Grosseteste'nin, deneysel araştırma ile rasyonel açıklamayı, İlkçağın geometrik ispat yöntemi aracılığıyla birleştirip modern deneysel yöntemi kurduğunu iddia eder.⁶⁵⁷ Crombie'ye göre Ockhamlı William *nominalizmi* ve Grosseteste deneysel yöntemi birlikteliği, bir teori için gerekli olan ölçütleri mantıksal tutarlılık ve deneysel doğrulama olarak belirlemiş, kesin bilgi idealini ortadan kaldırmış ve dolayısıyla modern anlamda görünüşü kurtaran (*saving the phenomena*) teori çerçevesini kurmuştur.⁶⁵⁸ Bu yöntem, on yedinci yüzyılda matematiksel olarak ifade edilen ve deneyle doğrulanan Galileocu ve Newtoncu bilimsel yöntemdir. Crombie'ye göre bu

⁶⁵⁴ Jean Celeyrette, "U.M.R. Savoirs et Textes (CNRS-Lille): Bradwardine's Rule: A Mathematical Law?," *Mechanics and Natural Philosophy Before The Scientific Revolution*, ed. W.R. Laird and S. Roux (Dordrecht: Springer, 2008), 64-65.

⁶⁵⁵ Wallace, *Prelude to Galileo*, 52.

⁶⁵⁶ Dijksterhuis, *The Mechanization of the World Picture*, 191-192.

⁶⁵⁷ Alistair C. Crombie, *Robert Grosseteste and the Origins of Experimental Science* (Oxford: Clarendon Press, 1953), 10.

⁶⁵⁸ Alistair C. Crombie, *Robert Grosseteste and the Origins of Experimental Science*, 2-11.

yöntemin oluşturulmasının arkasında, Greklerin edilgen bakış açısının yerini, irade sahibi Tanrı anlayışının ortaya çıkardığı etkin bir tutumun alması vardır.⁶⁵⁹ Bu tutumun arkasında ise, örtük bir biçimde 1277 yasaklaması olduğu açıktır ki bu da Crombie'yi Duhem çizgisine rapteder.

Alexandre Koyre, Ortaçağ Hristiyan uygarlığının, Tanrı'nın emir ve yasaklarıyla belirlenmiş ve kader inancıyla sınırlandırılmış dünyasının, Crombie'nin iddia ettiği gibi, etkin bir tutum ortaya çıkaramayacağını, bilakis insanı pasif bir duruşa mecbur ettiğini düşünür.⁶⁶⁰ Ancak on yedinci yüzyıldan sonra, öteki dünyaya dair kaygının yerini bu dünyaya dair kaygı almış, Ortaçağın nesnelliği yerini modern özneliğe bırakmış ve *vita contemplativa*'dan *vita activa*'ya geçilmiştir.⁶⁶¹ Ona göre Crombie yanılmaktadır; Grosseteste, Platoncu ve Aristotelesçi senteze dayanan bir *bütün* tasavvuru içinden doğaya bakmış ve teklifler yapmıştır. Ayrıca Bradwardine ile Oresme arasındaki ilişki burada da vardır; Grosseteste'nin Roger Bacon'dan başka takipçisi olmamıştır.⁶⁶²

Duhem çizgisine alternatif olan diğer yaklaşım Alexandre Koyre'nin *impetus* kavramını ve Platon matematikçiliğini merkeze alan devrimci yaklaşımıdır. Koyre çizgisine göre *impetus* fiziği, Aristotelesçi evrenin yıkılmaya başladığı süreçte düşünürler için bir tutamak olmuş ve eylemsizlik ilkesi için gerekli zemini oluşturmuştur. Eylemsizlik ilkesi ise doğanın matematiksel bir yapı olarak kavramsallaştırılmasını ve Kopernik teorisini mümkün kılmıştır. Koyre, *Galileo Studies* ve *Science and Revolution: Newton* isimli eserlerinde eylemsizlik fikrini modern fiziği karakterize eden en önemli kavram olarak kendi çalışmasının merkezine koyar. Koyre'ye göre eylemsizlik fikri ve on yedinci yüzyıl Platonculuğu iki önemli gelişmeye yol açar: Klasik kozmos anlayışının yıkılması ve yıkılan kozmos yerine Öklid uzayının ikame edilmesi.⁶⁶³

⁶⁵⁹ Alistair C. Crombie, *Robert Grosseteste and the Origins of Experimental Science*, 11-13.

⁶⁶⁰ Koyre, *Bilim Tarihi Yazıları*, 87-88.

⁶⁶¹ Alexandre Koyre, *Kapalı Dünyadan Sonsuz Evrene*, çev. Aziz Yardımlı (İstanbul: Idea, 1998), 11.

⁶⁶² Koyre, *Bilim Tarihi Yazıları*, 95

⁶⁶³ Alexandre Koyre, *Bilim ve Devrim: Newton*, çev. Nuri Küçük (İstanbul: Salyangoz Yayınları, 2006), 14, ayrıca bkz: Meli, *Thinking with Objects*, 1.

1943'te Robert Lenoble modern mekaniğin eylemsizlik ilkesi ile doğduğunu söylemiştir.⁶⁶⁴ Benzer şekilde Thomas Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions* isimli kitabında, *impetus* kavramının, Aristotelesçi fizikteki krizlerinden birine işaret etmesi ve Galileo'nun hareket teorisine yol açması açısından önemine dikkat çeker.⁶⁶⁵ Hans Blumenberg ise *The Genesis of the Copernican World* isimli eserinde, *impetus* kavramını geç Ortaçağ için eylemsizlik kavramı olarak tanımlar ve Kopernik'in teorisine imkân veren yolun temel unsurlarından biri olarak zikreder.⁶⁶⁶ Bu çizginin diğer önemli isimleri Richard Westfall, Edwin A. Burt, Bernard I. Cohen gibi isimlerdir.

Bilimsel dönüşümün astronomide başladığını, bu dönüşümün merkezi kavramı olan eylemsizlik ilkesinin ise Ortaçağda geliştirilen *impetus* fiziğinin bir sonucu olduğunu iddia eden çalışmalar, bu dönüşümün asıl ayağını, yani Arşimetçi denge ilkesi merkezinde mekanikte gerçekleşen tartışmaların sürece katkısını ihmal etmektedirler. Çünkü salt metafizik ve kozmolojik bir teklifin, eğer bir fizik sahibi değilse ciddiye alınmayacağı açıktır.⁶⁶⁷ Nitekim Bilim Tarihi, Kopernik teorisinin, Galileo'nun ve Descartes'ın bu teori için uygun bir fizik inşa etme çalışmalarına kadar ciddiye alınmadığını göstermektedir.⁶⁶⁸

Kopernik'in ciddiye alınmamasının nedenlerini Burt beş başlık altında toplayabileceğimizi söyler. İlk olarak, Batlamyus sisteminde açıklanamayan ama Kopernik sisteminden açıklanabilen herhangi bir olgu yoktur. İkinci olarak, duyuşal gözlemler Batlamyus sistemini desteklemektedir; öncelikle Dünya katı ve hareketsizdir; daha hafif olan *esirin* onun çevresinde dönmesi daha makul görünmektedir. Üçüncü olarak, felsefi ve bilimsel birikim göz önüne alındığında, doğa felsefesinin incelediği olgular, tıp, astroloji, siyaset, ahlak, metafizik,

⁶⁶⁴ Koyre, *Kapalı Dünyadan Sonsuz Evrene*, 5-6.

⁶⁶⁵ Thomas S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions* (Chicago and London: The University of Chicago Press, 1996), 118-120.

⁶⁶⁶ Hans Blumenberg, *The Genesis of the Copernican World* (Cambridge: The MIT Press, 1987), 155-156.

⁶⁶⁷ Mark Smith, "Knowing Things Inside Out: The Scientific Revolution from a Medieval Perspective," *The American Historical Review* 95/III (Jun., 1990), 727.

⁶⁶⁸ Colin A. Ronan, *Bilim Tarihi: Dünya Kültürlerinde Bilimin Tarihi ve Gelişmesi*, çev. E. İhsanoğlu ve F. Gunergun (Ankara: Tübitak, 1983), 373-411.

kozmozoloji, astroloji ve astronomi ile tutarlı bir çerçevede durmaktadır⁶⁶⁹; diğer bir deyişle Kopernik sisteminin fiziği, tıbbı, astrolojisi, siyaseti, ahlakı ve metafiziği yoktur. Dördüncü olarak, “Eğer Dünya dönüyorsa, üzerindeki nesneler niçin savrulmamaktadır?”, “Yatay ve dikey atışlarda Dünya’nın dönüşü neden hissedilmemektedir?” gibi daha çok mekanik ve dinamik ile ilgili sorulardır. Son olarak, eğer Dünya, Güneş çevresinde dönüyorsa, neden *setallar parallax* (ıraklık açısı) fark edilmemektedir. Diğer bir ifadeyle, neden sabit yıldızlar küresinin resminde bir farklılık oluşmamaktadır?⁶⁷⁰

Bu sorulara yönelik verilecek Kopernikçi yanıtların Aristoteles fiziğinden farklı bir fizik anlayışı gerektirdiği açıktır. Koyre’nin *From Closed World to Infinite Universe* isimli eserinde yaptığı gibi uzayın sonsuzluğu üzerine spekülasyon tartışmalar yapmak⁶⁷¹ “paradigma” dönüşümü için yeterli değildir. Bu dönüşüm için yeni bir fizik inşa edilmelidir. Bu fizik, hareketi de ele alacak şekilde dönüştürülen mekanik bilimdir. Meli’nin ifadesiyle, Aristotelesçi anlamda yerel hareket on beşinci yüzyılda mekanik biliminin sınırındır; on yedinci yüzyılda ise merkezidir.⁶⁷²

Impetus fiziği yeni bir doğa felsefesi ortaya koymamış, Aristotelesçi hareket teorisinde bazı düzeltmeler yapmaktan öteye gidememiştir. Yüzyıllar boyunca *impetus* kavramı üzerine yapılan tartışmalarda amaç, Aristotelesçi ilkelere göre fırlatma hareketine (doğal olmayan harekete) daha iyi bir açıklama getirmek olmuştur. Aristotelesçi temeller bozulmadan kalmıştır. Öte yandan Sarnowsky’nin ifade ettiği gibi altıncı ve on yedinci yüzyıllar arasında, Koyre çizgisinin yaptığı gibi bir geçiş periyodu olarak *impetus* fiziği varsaymak için yeterince neden yoktur. İlk olarak *impetus* tartışmaları bağımsız bir bağlam kazanamamıştır. İkinci olarak uyumlu bir *impetus* teorisi yoktur; çünkü *impetus* kavramı her düşünürüne göre değişen anlamlara gelmektedir. *Impetus*un bir nitelik mi, kuvvet mi, yoksa kuvvet aracı mı; kendi kendine tükenen mi yoksa tükenmeyen mi; ontolojik statüsü hareket ile ilgili

⁶⁶⁹ Grek *bütün* tasavvuruna göre insanda dört yeti, her bir yetiye karşılık dört erdem, her bir erdeme karşılık dört toplumsal zümre vardır. Diğer taraftan dört birincil form dört elementi, dört elementin harmonik bileşimi ise kozmosu oluşturur; kozmostaki değişimin dört nedeni vardır. Öte yandan sağlık insan bedenindeki dört sıvının dengesidir; bu sıvalara göre dört mizaç oluşur; her bir mizaç bir burç grubuna bağlanır.

⁶⁷⁰ Burt, *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*, 23-25.

⁶⁷¹ Koyre, *Kapalı Dünyadan Sonsuz Evrene*, 13-72.

⁶⁷² Meli, *Thinking with Objects*, 6.

mi değil mi; *impetus*un neden mi, sonuç mu yoksa bir itki mi olduğu kesin değildir.⁶⁷³ Ayrıca Galileo'nun eylemsizlik ilkesi, *impetus* teorisinden değil Arşimet'in *Akışkanlar Üzerine* isimli eserindeki, suyun kaldırma kuvveti ile ilgili tartışmasından hareketle yapılan analogiden çıkmaktadır. Sonuçta *impetus* kavramı Aristoteles fiziğinin karmaşık yapısındaki bazı problemlere daha iyi çözümler sunmak için ortaya atılmış *ad hoc* bir varsayım olmaktan öteye geçememiştir.

Tezin ikinci bölümündeki “Uzay Kavramı” ve “Kuvvet Kavramı” başlıklarında, *impetus* teorisinin, Aristotelesçi hareket doktrinine yönelik eleştirilerinin, İbn Bacce, Patrizi, Buridan gibi isimler tarafından gezegen hareketlerine uygulanmasının sonuçları tartışılmıştı. Özellikle “Doğa Yasası Kavramı” başlığı altında ele alınan astronomi ile fizik arasındaki ayrışmanın, astronomi lehine çözülme girişimi, *impetus* teorisinin Grek *bütününde* oluşturduğu hasar göz önüne alınmadan düşünülemezdir. Fakat Aristoteles ile son derece tutarlı bir forma giren Grek *bütün* tasavvurunun, onun parçalarında tespit edilen problemlere işaret edilerek yıkılmayacağı açıktır. Grek organik evreni bir kenara bırakılıp, on yedinci yüzyılda yapıldığı gibi mekanik bir evren tasavvuru içinden doğaya bakılmadığı müddetçe yeni fizik doğmayacak; *impetus* teorisi, Grek *bütünündeki* parçalarda “düzeltme” talep eden bir teori olmanın ötesine geçemeyecektir.

Impetus kavramı üzerine gerçekleşen tartışmaların, eylemsizlik ilkesinin formüle edilmesinde bir katkısı olsa bile, bu kavramı tüm sürecin merkezine yerleştirmek, bilimsel gelişmeleri pratik ihtiyaç ve gelişmelerden bağımsız, toplumsal gerçeklikten soyutlanmış saf entelektüel tartışmalar olarak görmeye yol açmakta, bilim ve felsefenin temeli olan analogileri görmeyi zorlaştırmaktadır. Fakat Meli'nin ifade ettiği gibi matematiksel bir bilim olan mekaniğin on altıncı yüzyılda yükselmesinin, savaşlarda alet kullanımının öneminin artması, istihkâm ve kalelerin güçlendirilmesi gibi pek çok pratik, Pseudo-Aristoteles'in *Mechanica*'sı ve Arşimet'in eserlerinin çevrilmesi, matematik alanında gerçekleştirilen gelişmeler ve gözlem yerine şartların kontrolünde yapılan niceliksel deney fikrinin öne çıkması gibi pek çok teorik nedeni vardır.⁶⁷⁴ Bu bağlamda mekanik bilimi merkezinde bir “yeni doğa felsefesinin

⁶⁷³ Sarnowsky, “Concept of Impetus and the History of Mechanics,” 144-146.

⁶⁷⁴ Meli, *Thinking with Objects*, 7.

doğuşu” okuması daha açıklayıcı görünmektedir. Nitekim Hall, bilim tarihi okumalarında teorik mekaniğin ya da genelde mekanik biliminin çok fazla ihmal edildiğine yönelik eleştirinin haklı bir eleştiri olduğunu, mekanik tarihine yönelik çalışmalarının astronomi merkezli bilim devrimi okumalarının açıklayamadığı pek çok konuyu açıklama potansiyeli taşıdığını teslim eder.⁶⁷⁵

Tez, ikinci bölümde yapılan tartışmaların da gösterdiği üzere, *impetus* kavramının, yeni bir fizik oluşturmaya yönelik girişimlere meşruiyet sağladığını yadsımamaktadır. Fakat mevcut *bütün*deki parçaları eleştirmek ile yeni bir *bütün* teklif etmek iki ayrı olaydır. Buna göre, klasik fiziğe yönelik eleştirilerin merkezinde *impetus* teorisi⁶⁷⁶, yeni bir fizik oluşturma girişimin merkezinde ise denge ilkesi ve kaldırma yasası ile çalışan mekanik sanatı vardır. Makinelerin işleyişlerinin deneysel araçlar ve fizikteki kavramsal ve görsel analogiler için kaynak olması ve hareketin matematiksel araştırması iki temel dönüşüm ayağı olarak ortaya çıkmaktadır. Bu bölümde, bu iki olgu merkezinde gerçekleşen tartışmaların ana eksenini, niteliksel hareketin niceliksel hareket indirgenmesi bağlamında ele alınacaktır.

Aristoteles fiziğinde hareket, bütünüyle pasif olan maddeye içkin, etkin nedenin ortaya çıkardığı amaç yönelimli formlardan kaynaklanır. Form, sahip olduğu amaç doğrultusunda maddesini değiştirmektedir. On yedinci yüzyılda ise, doğayı ele almak için kullanılan çerçevede maddeye içkin amaç yönelimli formlar yoktur. Daha önemlisi, madde bütünüyle pasif değildir. On yedinci yüzyılda madde parçacıkları, özsel olarak eylemsizdir, her etkiye bir tepki gösterir ve momentumunu korur (teorik doğa yasaları).⁶⁷⁷ Bu özelliklere sahip madde parçacıkları ile doğal kuvvetlerin⁶⁷⁸

⁶⁷⁵ Alfred R. Hall, “Afterword: Retrospection on the Scientific Revolution,” *Renaissance and Revolution: Humanists, Scholars, Craftsmen and Natural Philosophers in Early Modern Europe*, ed. J.V. Field and F.A. James (Cambridge: Cambridge University Press, 1993), 245.

⁶⁷⁶ *Impetus* teorisi ile birlikte ikinci bölümde “Doğa Yasası Kavramı” başlığı altında ele alınan astronomi-fizik gerilimi de klasik fiziğe yönelik eleştirilerin merkezindedir.

⁶⁷⁷ İlk defa Descartes tarafından ortaya atılan hareket yasalarının Newton’daki ifade edilişleri kullanılmıştır. Locke, Newtoncu çerçeveye dayanarak, “eğer madde parçacıklarının (atomların) sahip olduğu doğal-Tanrı vergisi nihai nitelikleri bunlar ise, o halde toplum “cismini” oluşturan atomlar olarak bireylerin de doğal-Tanrı vergisi nitelikleri bunlar olmalıdır” diye düşünecektir. Buna göre Locke sırasıyla, eylemsizliği yaşama hakkına, etki-tepki ilkesini irade özgürlüğüne ve momentumun korunumunu mülkiyet edinme hakkına dönüştürecektir. Daha fazla bilgi için bkz: John Locke, *Two Treatises of Government*, ed. Ian Shapiro (London: Yale University Press, 2003).

⁶⁷⁸ Tezin ikinci bölümündeki “Kuvvet Kavramı” tartışması, klasik anlamda “form”un, modern anlamda “kuvvet”e nasıl dönüştüğünü ortaya koymuştu.

etkileşimi doğadaki değişimi oluşturmaktadır; ortaya çıkan düzenlilikler ise fenomenal doğa yasaları olarak tasvir edilmelidir.

Tüm değişimin nedenini tek bir unsura (form) yüklemek yerine, kuvvet ve maddenin diyalektik ilişkine yüklemek, organik evrenden mekanik evrene geçişin temelinde duran metafizik tercihtir. Bu tercihin nedeni ise, *bütüne* teşmil edilen mekanik işleyiştir. Çünkü mekanik aletlerin hareketleri sadece düzeneğin işleyişine (forma) indirgenemez; makinenin yapıldığı maddenin forma gösterdiği direnç söz konusudur. Bu nedenle zihinde tasarlanan bir düzenek asla maddeye olduğu gibi aktarılmaz. On yedinci yüzyıl düşünürlerinin Platonculuğu bu çerçeveden kaynaklanır. Fiziksel olguların matematik ile ele alınması inancı ise, Aristotelesçi orta bilim tanımlamasından ve bu tanımlamanın Pseudo-Aristoteles'in *Mechanica*'sı ve Arşimet çizgisince dönüştürülmesinden gelir.

Doğadaki düzenliliklerin matematiksel tasvirlerini çıkarma girişimi on yedinci yüzyıla özgü bir olay değildir.⁶⁷⁹ Yeni doğa felsefesine özgü olan, mekanik işleyişi *bütüne* teşmil ederek metafizik çerçeveyi değiştirmesi ve mekanik sanatını hareket araştırmasını içerecek şekilde genişletmesidir.

Yeni fiziğin mekanik olarak ilan edilmesini ele almadan önce, on yedinci yüzyılın nasıl bir mekanik sanatı tevarüs ettiği belirlenmelidir. Bunun için öncelikle Aristotelesçi sistemde sanatların ve orta bilimlerin yeri ele alınarak *metabasis* yasağının içeriği ortaya konulmalıdır. Bir sonraki başlıkta bu konu ele alınacaktır. Sonraki başlıklarda ise pratik ve teorik mekanik geleneklerinin ana hatları tartışılacak ve Aristotelesçi *metabasis* yasaklamasının Arşimet tarafından nasıl ihlal edildiği ve matematik ile mekanik arasındaki Aristotelesçi hiyerarşinin nasıl tersyüz edildiği incelenecek ve yeni fiziğin yükselişindeki yerine değinilecektir.

3.1. Aristotelesçi Sistemde *Tekhne*, Orta Bilim ve *Metabasis* Yasağı

Aristoteles felsefeyi pratik, poetik (teknik, sanat) ve teorik olmak üzere üçe ayırır. Poetik (üretici) bilimlerin, ya da sanatların konusu doğal düzenliliklerin nasıl

⁶⁷⁹ H. Floris Cohen, "The Onset of the Scientific Revolution: Three Near-Simultaneous Transformations," *The Science of Nature in the Seventeenth Century: Pattern of Change in Early Modern Natural Philosophy*, ed. Peter R. Ansety and John A. Schuster (Dordrecht: Springer, 2005), 9.

yönlendirileceği, amacı ise üretimdir. Sanatçı, doğal düzenlilikleri kendi amacı doğrultusunda yeniden organize ederek ve nesnedeki potansiyeli yönlendirerek insanlığın faydasına sonuçlar üretir. Sanatçı, belli etkinliklerin “nasıl” yapılacağının pratik bilgisine ve bu “nasıl”a rehberlik eden teorik bilgiye sahiptir. Bu teorik bilginin diğer adı “neden”dir; dolayısıyla tecrübe sahibinin tersine sanatçı, takip ettiği prosedürde ona rehberlik edecek ve onun prosedürünü meşrulaştıracak teorik bilgiye, yani etkinliklerinin “neden”ine sahiptir. Sanatlar bu nedenle öğretilabilir ve öğrenilebilirdir. Örnek olarak tıp sanatının icra edicisi hekim, sağlık teorik bilgisine sahiptir.⁶⁸⁰ Bu sağlık teorik bilgisi, hekimin hastalığı teşhis ve tedavisinde ona rehberlik eder.⁶⁸¹ Sanatçının belli etkinlikleri “nasıl” yapacağı konusunda ona rehberlik eden teorik bilginin kaynağı ise sanatçı değil filozoftur. Filozofun *bütün* formülasyonu, sanatçının teorik bilgisine meşruiyet verir.

Bazı sanatların “nasıl” bilgisi matematikselidir; bu sanatlara Ortaçağda orta bilimler denmiştir. Buna göre orta bilimler astronomi, optik, mekanik ve müziktir. Aristoteles, bu sanatların yöntem olarak matematiği kullanmalarına işaret etmiştir. Dolayısıyla bu sanatlara matematiksel bilimler de denilebilir. Fakat bu bilimler teorik bilim olarak tasnif edilemez; çünkü Aristotelesçi sistemde bir teorik bilim başka bir amacın aracı kılınamaz⁶⁸²; oysa bu sanatlar, doğal düzenliliklerin yönlendirilmesi ile insanlığa fayda sağlayacak sonuçlar üretmenin araçlarıdır.⁶⁸³ Aristotelesçi sistemde orta bilimlerin yerinin belirlenmesi için fizik ve matematik arasındaki ilişkinin ortaya konulması gereklidir.

Aristoteles’te üç teorik bilimden biri olan fizik, hareketin kaynağı olmak bakımından birincil tözleri (*hylomorphic* birim) ve maddeden ayrı bulunmayan formları

⁶⁸⁰ Grek *bütünü* için sağlık, dört beden sıvısı arasındaki hiyerarşik uyumdur; tıpkı adaletin, dört toplumsal zümre arasındaki hiyerarşik uyum olması gibi. Mekanik sanatının teorik bileşeni için de aynı uyum geçerlidir; fakat mekanik sanatında niceliksel bir form kazanan bu uyumun adı denge ilkesidir. Uyum ile dengenin farkı, ilkinin unsurları arasında niteliksel bir hiyerarşi, ikincisinin unsurları arasında ise niceliksel bir hiyerarşi olmasıdır. Bu fark, on yedinci yüzyıl düşünürlerinin neden doğadaki niteliksel hiyerarşiyi reddedip onun yerine niceliksel bir hiyerarşi koyduklarını da göstermektedir. Bu belirlenim, niteliksel hareketin niceliksel hareket indirgenmesinin ortaya çıkardığı metafizik dönüşümün bir sonucudur. Niteliksellik özdeşliği imler, niceliksellik ise eşitliği.

⁶⁸¹ Aristotle, *The Metaphysics*, 981a5-981b5; ve ayrıca bkz: Richard Parry, "Episteme and Techne", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2014 Edition), ed. Edward N. Zalta, erişim 10.08.2016, <<http://plato.stanford.edu/archives/fall2014/entries/episteme-techne/>>.

⁶⁸² Aristotle, *The Metaphysics*, 993b20-25 ve 995a15-20

⁶⁸³ Aristoteles, *Fizik*, 199a15-17

araştırır.⁶⁸⁴ Fizik biliminin konusu, bu nedenle, bağımsız bir varlığa sahip olan hareketli-değişen varlıklardır. İkinci teorik bilim olan matematik ise hareketsiz olan ve fakat maddeden bağımsız olarak var olmayıp onun içinde gerçekleşen varlıkları ele alır.⁶⁸⁵ Varlığı başka bir şeye bağımlı ve kendinde hareket ilkesi taşımayan matematik nesneler, varlığı başka bir şeye bağımlı olmayan ve kendinde hareket ilkesi taşıyan birincil tözlere (fiziksel varolan) yüklenen nicelik kategorisinden yapılan soyutlamayla elde edilir. Matematiğin konusu olan bu soyut-sabit nesnelerin fiziksel gerçeklikleri yoktur ama sayılabilir ve ölçülebilirdirler.⁶⁸⁶

Aristoteles'e göre matematik doğal fenomenleri açıklamak için yetersizdir, çünkü matematik fiziksel nesneler için en önemli olan şeyi, değişen ve değişimin kaynağı olan maddi nesneleri açıklayamaz⁶⁸⁷: “Doğal var olanları, daima maddi olmalarından dolayı, harekete referans vermeden açıklayamaz veya tanımlayamayız.”⁶⁸⁸

Aristoteles için soyut matematiksel nesneler, fizik varolanın (birincil tözün) formunu soyutlamakla elde edilir.⁶⁸⁹ Bu anlamda matematik nesneler-varolanlar maddeye ilişkindir ama onların maddi gerçeklikleri yoktur; aksine zihinsel gerçeklikleri mevcuttur.⁶⁹⁰ Akıl, bu nesneler üzerinde matematiksel işlemler icra eder.⁶⁹¹ Salt zihinsel nesne olan ve kendilerinde hareket bulunmayan matematik yapılar oluş ve bozuluşa tâbi değildir. Matematiksel kesinlik, maddesi olmayan varlıklar için geçerlidir ve bu nedenle matematik doğa felsefesinin yöntemi olamaz.⁶⁹²

Aristoteles için matematiksel ispatların cinsi nicelik kategorisidir. Eğer niceliğin parçaları arasında birbirine değen ortak bir sınır varsa, ortaya çıkan sonsuza kadar bölünebilen sürekli nicelik, yoksa sonsuza kadar toplanabilen süreksiz niceliktir. Sürekli nicelikler doğru, yüzey, cisim, zaman ve mekândır. Ayrıca zaman ve

⁶⁸⁴ Aristotle, *The Metaphysics*, 1025b23-27.

⁶⁸⁵ Aristotle, *The Metaphysics*, 1026a13-20.

⁶⁸⁶ Aristoteles, *Fizik*, 193b21-194a11.

⁶⁸⁷ Aristotle, *The Metaphysics*, 995a15-20.

⁶⁸⁸ Aristotle, *The Metaphysics*, 1026a1-3.

⁶⁸⁹ Aristotle, *The Metaphysics*, 1077a20-1077b17; Aristoteles, *Fizik*, 193b30-35; Aristotle, “Posterior Analytics,” 79a6-10.

⁶⁹⁰ Aristotle, *The Metaphysics*, 1036a10-13.

⁶⁹¹ Aristotle, *The Metaphysics*, 1076a4-11.

⁶⁹² Aristotle, *The Metaphysics*, 995a15-20 ve 1073b6-8.

mekânla ilişkili ortaya çıkan hareket de sürekli niceliktir.⁶⁹³ Hareketin bir nicelik olması, uzayın bir nicelik olmasından, zamanın bir nicelik olması da hareketin bir nicelik olmasından kaynaklanır.⁶⁹⁴ Şu halde nicelik kategorisi vasıtasıyla doğal süreçlerin fenomenal yönü matematiksel tasvire müsattir⁶⁹⁵ ve bu belirlenim orta bilimlere teorik meşruiyet sağlar.

Bilgi (*epistêmê*) ile inanç (*doxa*) arasında sert bir ayrım yapan Aristoteles için bilgi deneyimle-tümevarımla başlar. Deneyimin tekrarı tümellerin-ilk ilkelerin-türlerin-cinslerin sezgisel-dolaylımsız yakalanması (*nous*) için bir zemin oluşturur.⁶⁹⁶ Tümevarımsal ve sezgisel olarak yakalanan tümel kavram, tanım ve ilkeler, olguların nedenlerini (orta terim) belirlemek için yapılan çıkarımlarda (tümdengelim) kullanılır ve bu şekilde ispatlı (*apodictic; demonstrata; burhânî*) bilgi (*episteme*) elde edilir. Bu süreç üç kriteri sağlamalıdır: 1) Çıkarılan ya da ispat edilen önermeler tümel olarak doğru olmalıdır; 2) çıkarımın zorunlu olması için önermeler ortak özel terimler (orta terim) içermelidir ve 3) önermeler yalnızca konu alanını kapsamalı, daha geniş alanlarda kullanılmamalıdır.⁶⁹⁷

Aristoteles'e göre bilimsel ispat her zaman, kendi hakkında ispatın yapıldığı cinse sahiptir. O halde eğer ispat, bir bilimden diğerine geçmek zorunda ise cins aynı olmalıdır. Yoksa geçişin imkânsız olması gerektiği açıktır, çünkü uçlar ve orta terimler zorunlu olarak aynı cinsten çıkarlar.⁶⁹⁸ Aristoteles *İkinci Analitikler*'de, tikel bir ikizkenar üçgeni, üçgenler sınıfına (üçgen cinsine), onu üçgenlik ilkeleriyle (geometrik ilkelerle) ilişkilendirerek yerleştirdiğimizi ve bu şekilde onu anladığımızı söyler.⁶⁹⁹ Buradan hareketle ikizkenar bir üçgenin iç açılarının toplamının iki dik açıya eşit olduğunu biliriz. Kıyas formunda "üçgen" orta terimdir, bu terim tikel ikizkenar üçgeni, üçgenin geometrik özellikleri üzerinden üçgenlik ile ilişkilendirir.

⁶⁹³ İhsan Fazlıoğlu, "Aristoteles'te Nicelik Sorunu" (yayınlanmamış doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, 1998), 85.

⁶⁹⁴ Aristotle, *The Metaphysics*, 1020a30-32

⁶⁹⁵ Fazlıoğlu, "Aristoteles'te Nicelik Sorunu," 113.

⁶⁹⁶ Smith, "Knowing Things Inside Out," 726-744.

⁶⁹⁷ Steven J. Livesey, "Divine Omnipotence and First Principles: A Late Medieval Argument on the Subalternation of the Sciences," *Thinking Impossibilities: The Intellectual Legacy of Amos Funkenstein*, ed. R. S. Westman and D. Biale (Toronto: The University of Toronto Press, 2008), 14-15.

⁶⁹⁸ Aristotle, "Posterior Analytics," 75b3-6.

⁶⁹⁹ Aristotle, "Posterior Analytics," 76a8-13.

Aristoteles'e göre Platon, matematiksel nesnelerin doğadan ayrı olarak var olduğunu düşünmüştür. Bu ideal nesneler matematikte tasvir ve ispat edilir. Fakat Aristoteles derinliği olmayan ama uzunluğu olan geometrik doğrunun bir nesne olarak var olamayacağını düşünür; çünkü doğal nesnelerin hepsi üç boyutludur.⁷⁰⁰ Pythagorasçılar ise, Aristoteles göre, sayıların doğada var olduğunu, doğayı var eden elementlerin sayılar olduğunu düşünmüşlerdir. Bu düşüncenin arkasında ise doğal şeylerde müzik ve astronomi üzerinden örneklendirilen oransal ilişkiler vardır.⁷⁰¹ Aristoteles'e göre bu iki yaklaşım da yanlıştır, çünkü matematik, diğer bilimler gibi, doğal şeyleri belli bir karakteri üzerinden ele alabilir. Geometri nesnelerini sürekli nicelik sahibi olmaları üzerinden, aritmetik ise nesnelerini bölünmez bütünlük (süreksiz nicelik) sahibi olmaları üzerinden araştırır.

Geometri, nokta ve doğru parçalarıyla maddeye referans vermeden uğraşır. Aristotelesçi ontoloji bu formların bağımsız varlıklarını kabul etmez. Dolayısıyla geometri maddesizleştirilmiş nokta ve doğru parçaları ile ilgilenir. Fakat bu işlem fiziksel varolanlardan tümüyle bağımsızdır; geometrik nesneler bazı tözlerde bulunsa bile, geometri o nesneleri fiziksel töz üzerinden ele almaz.⁷⁰² Aristoteles maddi şeylerin niteliklerinin, mesela ağırlığın ve hafifliğin sayılarla açıklanamayacağını söyler.⁷⁰³

Aristoteles'e göre herhangi bir bilimin bir teorisi, bir başka bilimin ilke ve teorileri aracılığıyla ispatlanamaz.⁷⁰⁴ *Metabasis* yasağı olarak bilinen bu doktrin, ispat sürecinde bir disiplinin ilke veya teorilerini, başka bir disiplinin konusunda kullanmak, ya da bir bilimden (ya da cinsten) başka bir bilime (cinse) geçmek demektir.⁷⁰⁵ Aristoteles, diyalektik yöntemin kesin bilgi vermemesini de *metabasis* yasaklamasını ihlal etmesiyle temellendirir. Aristoteles için kesin (*apodictic*) bilgi veren yegâne yöntem kıyas yöntemidir. Diyalektik yöntem inanç ve fikirlerden hareket edebilir, kıyas ise sadece zorunlu ilkelerden hareket eder. Diyalektik yöntem,

⁷⁰⁰ Aristotle, *The Metaphysics*, 1090a35-b1.

⁷⁰¹ Aristotle, *The Metaphysics*, 1090a20-30.

⁷⁰² Aristotle, "Posterior Analytics," 79a6-10.

⁷⁰³ Aristotle, *The Metaphysics*, 990a10

⁷⁰⁴ Aristotle, "Posterior Analytics," 75a38-39.

⁷⁰⁵ Steven J. Livesey, "William of Ockham, the Subalternate Sciences and Aristotle's Theory of Metabasis," *The British Journal for the History of Science* 18/II (Jul., 1985): 127.

sorulara verilen belirsiz cevaplardan hareketle sonuçları tartışırken, kıyas sadece tek bir cevabı olan sorularla uğraşır. Diyalektik yöntemde cinsler arası geçiş yapılır ama kıyas, *metabasis* yasağının bir sonucu olarak tek bir cinsle sınırlıdır ve bu şekilde diyalektiğin düştüğü hatalardan filozofu korur.⁷⁰⁶

Aynı disiplin içinde süreç, eğer sonuçlardan nedenlere doğru işliyorsa olgunun bilgisi (*fact; quia*), nedenlerden sonuçlara doğru işliyorsa gerekçelendirilmiş bilgi (*reasoned fact; propter quid; burhân*) elde edilir.⁷⁰⁷ Aristoteles *metabasisi* yasaklarken, tümel ilke ve aksiyomların bir bilimden diğerine aktarılmasından ziyade, bir bilime (cinse) özgü olan ilkelerin yanlış uygulanmasından bahseder.⁷⁰⁸

Aristoteles bir bilimdeki ilkelerin ve ispatların diğer bilimlere aktarılamayacağını ifade ederken aşağı-orta bilimleri istisna tutar. Aristoteles'e göre bir bilimin ispatının diğer bilimde kullanılabilmesi için, bu bilimlerin nesne alanlarının cinsleri özdeş olmalıdır. Yapılan çıkarım ise, her iki bilimin nesne alanından terimler içermelidir. Bununla birlikte ilkelerde ya da başlangıç noktalarında özdeşlik gereklidir. Buna göre geometri ve optiğin nesne alanlarının cinsi özdeş midir? Aristoteles için optik görmeyi değil, görme duyusunun geometrik niteliklerini, görmeyi diğer tüm yönlerden soyutlayarak inceler. Görünen çizgiler, geometrik doğru parçalarıyla özdeş değildir; ama ikisi de aynı şekilde ele alınır. Niteliksellik olmaksızın özdeşlikten söz edilemez; bu nedenle fiziksel çizgiler ile geometrik doğru parçaları özdeş olamaz; ama eşitlik ya da denklik üzerinden fiziksel çizgiler geometrik olarak ele alınabilir.⁷⁰⁹ Bu nedenle matematik ile aşağı-orta bilimler ortak ilkelere sahiptir; çünkü nesne cinslerinden arazi nitelikler soyutlandığında geriye kalan şey aynıdır. Matematik ilkelerini ve gösterimlerini, duyusal nesnelerden yapılan soyutlamayla elde eder. Optik ise görünen çizgileri ve açıları, onlar sanki geometrik doğru parçaları ve açılarıymış gibi ele alır.⁷¹⁰

⁷⁰⁶ Aristotle, *The Metaphysics*, 990b; ve ayrıca bkz: Steven J. Livesey, "The Oxford Calculatores, Quantification of Qualities and Aristotle's Prohibition of Metabasis", *Vivarium* 24/1 (1986): 62.

⁷⁰⁷ Livesey, "William of Ockham, the Subalternate Sciences and Aristotle's Theory of Metabasis," 137.

⁷⁰⁸ Livesey, "The Oxford Calculatores, Quantification of Qualities and Aristotle's Prohibition of Metabasis," 60.

⁷⁰⁹ Richard D. McKirahan, "Aristotle's Subordinate Sciences", *The British Journal for the History of Science* 11/III (Nov., 1978): 201-202.

⁷¹⁰ McKirahan, "Aristotle's Subordinate Sciences," 202.

Orta bilimlerde optik teorilerin geometriyle, müzik teorilerin aritmetiklerle ispatlanmasında olduğu gibi matematiksel ispatlar yapılır.⁷¹¹ Orta bilimlerde çalışılan nesne fiziksel, ilkeler ise matematikseldir. Bu durumda orta terim doğal nesnenin matematiksel özelliğini verir. Diğer bir deyişle orta bilimlerde olgunun bilgisi (*fact; quia*) empirik-gözlemsel, nedenin (orta terimin) bilgisi (*reasoned fact; propter quid*) ise matematikseldir.⁷¹² şu halde orta bilimlerde her bir önerme matematiksel ilkelerle, matematiksel teoremlerle, o orta bilimin ilkeleriyle ve o orta bilimde daha önceden ispatlanmış bir teoremle temellendirilir.⁷¹³ Bu belirlenimin zorunlu sonucu ise, orta bilimlerin asla fiziksel nedenlerin bilgisine ulaşamayacağıdır. Orta bilimlerde fiziksel şeyler ve olgular üzerine fiziksel açıklama yapılmaz, yalnızca matematiksel tasvir yapılır. şu halde optik bilimi, ışığın fiziksel doğasını ya da ışık fenomenlerinin nedenlerini belirlemede yetersizdir.⁷¹⁴ Bu nedenlerin bilgisi fizikten gelir ve optiğe meşruiyet verir.

ışık ışınları ile geometrik doğrular özdeş değildir, çünkü ilkinin fiziksel nitelikleri ikincide yoktur. Benzer şekilde astronomi, optik, müzik ve mekanik, fiziksel şeylerdeki niteliklerin elenmesi ile ortaya çıkmaktadır. Bu disiplinlerin nesneleri duyusal şeylerin soyutlanmasına (idealize edilmesine) dayandıkları için maddeden bütünüyle ari değildirler. Bu nedenle orta bilimler ancak görünüşü kurtaran (modern anlamda kinematik) modeller ortaya koyabilirler. Bu ise Aristotelesçi anlamda, yerel hareket söz konusu olduğunda, formel nedene tekabül edecek, geriye kalan üç neden cevapsız kalacaktır.

Sonraki bölümde, yukarıda erevesi çizilen orta bilimlerden biri olan mekaniğin pratik yönüne dair iki gelenek ele alınacaktır. Pseudo-Aristoteles’le başlayan iki gelenekten birincisi, pratik yönü matematiksel olmayan niteliksel mekanik geleneği, ikincisi ise pratik yönü matematiksel olan niceliksel mekanik geleneğidir. Tezin bundan sonraki bölümünde ilk gelenek için “pratik mekanik”, ikinci gelenek için “teorik mekanik” tabirleri kullanılacaktır.

⁷¹¹ Aristotle, “Posterior Analytics,” 75b7-21.

⁷¹² Aristotle, “Posterior Analytics,” 78b34-79a18.

⁷¹³ McKirahan, “Aristotle’s Subordinate Sciences,” 201.

⁷¹⁴ Schuster, “Waterworld,” 37, ayrıca bkz: Meli, “Isaac Barrow on the Mathematization of Nature,” 275-276.

3.2. Antik Mekanik Gelenekleri

Mekanik teriminin kökü olan Grekçe *mēchanē* kelimesi, zor bir durumdan kurtulmak için kullanılan araç anlamına gelir.⁷¹⁵ M.Ö. III. yüzyıl ile M.S. IV. yüzyıl arasındaki döneme ait kaynaklarda mekanik terimi tarım, metal işleri, inşaat, elbise yapımı, ağır cisimlerin kaldırılması, silah yapımı gibi etkinliklere referansla kullanılmıştır.⁷¹⁶ Yine antik dünya için mekanik, doğaya karşı sonuçlar üretme sanatıdır; bu nedenle doğa bilgisi için kullanılamaz.⁷¹⁷ Aristotelesçi anlamda doğal hareketle değil ancak zoraki hareketle ilgilenebilir.⁷¹⁸ Pseudo-Aristoteles *Mechanica*'nın girişinde, her türlü makinenin, insanlığın faydasına doğal hareketi yönlendirerek doğaya karşı sonuçlar ürettiğini ifade eder.⁷¹⁹

On altıncı yüzyılda Pseudo-Aristoteles'in *Mechanica*'sı üzerine yazılan şerhlerde de matematiksel bir bilim olan mekanik zoraki hareketi, fizik ise doğal hareketi ele alan disiplin olarak tanımlanır.⁷²⁰ Mekanik biliminin bu şekilde konumlandırılmasında en büyük pay sahibi eser Pseudo-Aristoteles'in *Mechanica*'sıdır. Buna göre mekanik problemler, ne tümüyle fiziksel ne de tümüyle matematiksel; ama ikisinden de pay alır. Mekanikte matematik, bilginin “nasıl”ını sağlarken, fizik “ne”liğini sağlar. Pseudo-Aristoteles, *Mechanica*'da şöyle der:

Doğal problemlere özdeş olmayan ama doğadan tümüyle kopuk olmayan bu tür problemlere mekanik problemler denir. Bu nedenle mekanik problemlerde matematik

⁷¹⁵ Schiefsky, “Art and Nature in Ancient Mechanics,” 77-78, ayrıca bkz: Max Jammer, *Concepts of Mass in Contemporary Physics and Philosophy* (Princeton: Princeton University Press, 2009), 5, ve bkz: Alan Gabbey, “Between *Ars* and *Philosophia Naturalis*: Reflections on the Historiography of Early Modern Mechanics”, *Renaissance and Revolution: Humanists, Scholars, Craftsman and Natural Philosophers in Early Modern Europe*, ed. J.V. Field and F.A. James (Cambridge: Cambridge University Press, 1993), 134-136.

⁷¹⁶ Laird and Roux, “Introduction”, 4-5, ayrıca bkz: Gabbey, “Between *Ars* and *Philosophia Naturalis*: Reflections on the Historiography of Early Modern Mechanics,” 134.

⁷¹⁷ Laird, “Nature, Mechanics and Voluntary Movement in Giuseppe Moletti’s Lectures on the Pseudo-Aristotelian *Mechanica*,” 174.

⁷¹⁸ Mark J. Schiefsky, “Art and Nature in Ancient Mechanics,” *The Artificial and the Natural: An Evolving Polarity*, ed. Bernadette Bensaude-Vincent and William R. Newman (Cambridge, Massachusetts London: The MIT Press, 2007), 67-68.

⁷¹⁹ Aristotle, “Mechanics”, *The Complete Works of Aristotle Vol. 2.*, trans E. S. Forster, ed. Jonathan Barnes (New Jersey: Princeton University Press, 1991), 847a10-28.

⁷²⁰ Roux, “Cartesian Mechanics,” 28.

ve fizik birlikte içerilir. Matematik, mekanik problemin nasıl (*to hōs*) gerçekleştiğini tasvir ederken, fizik olgunun ne'liğini (*to peri ho*) ortaya koyar.⁷²¹

Pratikte bunun anlamı, astronomide, optikte ve müzikte olduğu gibi mekanikte de, saf matematiksel bilimler olan geometri ve aritmetikte ulaşılan sonuçların ödünç alınıp, daha sonra bu sonuçları ilkeler olarak, gezegen hareketleri, görme, duyma, ağırlık, güç, direnç, denge, hız gibi doğanın daha dar bazı çalışma alanlarına uygulamaktır.⁷²²

Drake-Drabkin ve Laird-Roux, mekanik sanatında iki ana gelenek olduğunu ifade ederler. İlk gelenek Pseudo-Aristoteles'in *Mechanica*'sına dayanan, sağduyuya dayalı gözlemlenen hareket ve ağırlık problemlerini niteliksel olarak çözümleyen ve genelde (özellikle İskenderiyeli Heron göz önüne alındığında) makine yapımı ile ilgili bilgiler veren pratik mekanik geleneğidir. İkinci gelenek de Pseudo-Aristoteles'e dayanır; fakat bu geleneğin en önemli metinleri Arşimet'in "Düzlemlerin Dengesi Üzerine" (*On Equilibrium of Planes*) ve "Akışkanlar Üzerine" (*On Floating Bodies*) isimli eserleridir. Bu gelenek mekanik problemleri fiziksel postulatları ve denge ilkesini kullanarak geometrik çıkarımlarla çözümler ve çözer.⁷²³

Her ne kadar Pseudo-Aristoteles mekanik problemlerin fizik ile matematik arasında olduğunu söylemişse de⁷²⁴ kitabındaki matematiksel çözümler çok sınırlıdır. Tasvirler genelde nitelikselidir. Fakat Pseudo-Aristoteles'in *Mechanica*'sı iki geleneğin de en temel metnidir.

Teorik mekanik bilgisine örnek, Arşimet'in *Düzlemlerin Dengesi Üzerine* isimli eserinde ifade ve ispat edilen, ağırlık merkezi ve kuvvet arasındaki niceliksel ilişkiyi veren kaldıraç yasasıdır. Kaldıraç, bir koldaki kuvvet hareketiyle diğer koldaki yükün pozisyonunu değiştiren dinamik bir sistemdir. Karşıt kollardaki hareket eylemi ile denge yeniden düzenlenebilir. Bu hareket, oranlama yapabilmek için statik olarak varsayılan bir denge ilişkisidir. Matematiksel ilkelerin fiziksel fenomenlere

⁷²¹ Aristotle, "Mechanics," 847a10-28.

⁷²² Laird, "Nature, Mechanics and Voluntary Movement in Giuseppe Moletti's Lectures on the Pseudo-Aristotelian *Mechanica*," 174-175.

⁷²³ Stilman Drake and I. E. Drabkin, *Mechanics in Sixteenth-Century Italy: Selections from Tartaglia, Bedenetti, Guido Ubaldo and Galileo* (London: The University of Wisconsin Press, 1969), 5-6, ayrıca bkz: Roy Laird and Sophie Roux, "Introduction", *Mechanics and Natural Philosophy Before The Scientific Revolution*, ed. W.R. Laird and S. Roux (Dordrecht: Springer, 2008), 3.

⁷²⁴ Aristotle, "Mechanics," 847a10-28.

uygulamasının örnekleri olarak basit makineler araştırması matematiksel karakterlidir; çünkü basit makinenin maddesi gibi fiziksel özellikler açıklamalarda ihmal edilir.⁷²⁵

Fakat herhangi bir pratik mekanikçi de destek noktasına yaklaştırılan bir ağırlığın daha küçük kuvvetle kaldırılabilceği bilgisine sahiptir.⁷²⁶ Örnek olarak Heron, kitabında beş mekanik kuvvete ilişkin kaba ve niceliksel olmayan tasvirler yapar. Arşimet'in kaldıraç yasasının kuvvet ve ağırlık arasındaki niceliksel ilişkisini veren formülasyonu yerine, “ağırlık destek noktasına ne kadar yakınsa ve uygulanan güç destek noktasına ne kadar uzaksa, ağırlık o kadar kolay kaldırılır” tasviri yapılır. Aynı şekilde takoz için “açısı ne kadar az ise, etkisini o kadar kolay gösterir”, kasnak için “kasnağın çapı ne kadar büyükse o kadar kolay bir şekilde yük kaldırır” ifadeleri kullanılır.⁷²⁷ Benzer şekilde Pseudo-Aristoteles, aynı kuvvete bağlı olarak bir noktanın, çemberin merkezinden ne kadar uzaktaysa o kadar hızlı hareket edeceğini ifade eder.⁷²⁸ Bu genelleştirmeler teorik mekaniğin matematiksel olarak formüle etmeye çalıştığı olgulardır.

Mekaniğin en önemli kitabı olan Pseudo-Aristoteles'in *Mechanica*'sı ilk defa Grekçe olarak 1497'de basılmıştır; 1517'de ise Vittore Fausto tarafından Latince çevirisi yapılmıştır.⁷²⁹ Teorik mekanikle ilgili olarak Arşimet'in *Akışkanlar Üzerine* isimli eseri ilk defa 1543'te Latince, 1551'de İtalyanca olarak, *Düzlemlerin Dengesi Üzerine* isimli eseri ise 1544'de Latince olarak Tartaglia tarafından yayınlanmışlardır.⁷³⁰

3.2.1. Pratik Mekanik Geleneği

Pseudo-Aristoteles olguları, doğa tarafından üretilen ve nedenini bilmediğimiz olgular ile insanlığın faydası için sanat tarafından üretilen olgular olarak ikiye ayırır.

⁷²⁵ Peter Machamer, J. E. McGuire and Hylarie Kochiras, “Newton and the Mechanical Philosophy: Gravitation as the Balance of the Heavens,” *The Southern Journal of Philosophy* 50/III (Sep., 2012): 375-376.

⁷²⁶ Mark J. Schiefsky, “Theory and Practice in Heron’s Mechanics,” *Mechanics and Natural Philosophy Before The Scientific Revolution*, ed. W.R. Laird and S. Roux (Dordrecht: Springer, 2008), 15.

⁷²⁷ Schiefsky, “Theory and Practice in Heron’s Mechanics,” 18.

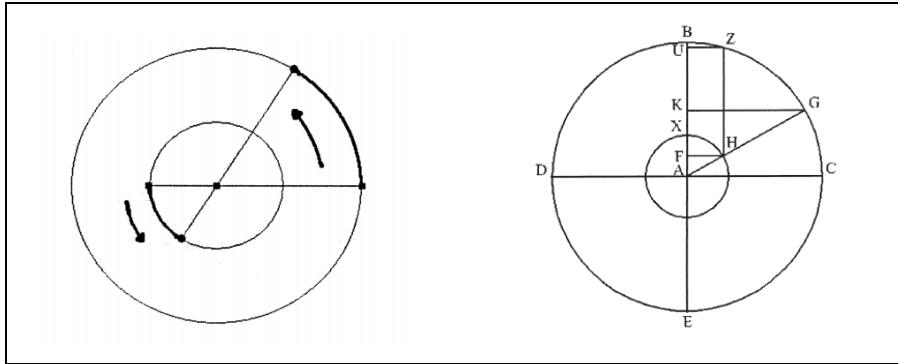
⁷²⁸ Aristotle, “Mechanics,” 848b5.

⁷²⁹ Meli, *Thinking with Objects*, 18-20.

⁷³⁰ Drake and Drabkin, *Mechanics in Sixteenth-Century Italy*, 22-23.

Doğa genelde insanlığın çıkarına ters işler; çünkü doğa sapma yapmadan her zaman aynı şekilde işlerken, insanlığın çıkarları her zaman değişir. Dolayısıyla insan doğaya ters şekilde eylemek zorundadır; bu anlamda sanat, doğanın işleyişinin yönlendirilmesinde insana yardımcı olur. Mekanik sanat aracılığıyla insan daha küçük güçle daha büyük ağırlıkları hareket ettirir.⁷³¹

Mechanica'nın merkezi ilkesi, doğal-doğrusal hareket ve doğal olmayan-zoraki hareketin birleşimi olarak dairesel hareketin analizine dayanır. Yazara göre hareket eden yarıçap boyunca her bir noktanın hızı, hareket eden noktaların yatay ve düşey bileşenleriyle ve farklı noktaların aynı sürede tamamladıkları yayların uzunlukları ile doğru orantılıdır.⁷³² Şekil 3.1.⁷³³ ve 3.2.'de⁷³⁴ görüldüğü gibi, XH yayını ve BG yayını aynı sürede tamamlayan iki nokta varsayılırsa, yay uzunlukları oranı hız oranına eşit olacaktır. Aynı şekilde yayların dikey ve yatay bileşenleri oranı da $\left(\frac{BK}{KG} = \frac{XF}{FH}\right)$ bu orana eşittir.⁷³⁵



Şekil 3.1. ve 3.2 Pseudo-Aristoteles'te Hız ve Yay Uzunlukları Oranı

Buna göre, doğrudan ağırlığa uygulansa onu hareket ettiremeyecek olan küçük bir güç, kirişin uzun olan kolunun ucuna uygulandığında, kirişin kısa koluna asılan ağırlığı hareket ettirir.⁷³⁶ Doğal ve zoraki bileşenler analizi, kaldıraç veya denge ilkesine referansla, gücün ağırlıklar olduğu durumu ele alır. Dairesel hareket ilkesi,

⁷³¹ Aristotle, "Mechanics," 847a10-28.

⁷³² Aristotle, "Mechanics," 848b5-849b18.

⁷³³ Aktaran Jean De Groot, "Distinguishing Between Natural Philosophy and Science: the Case of Ancient Mechanics." *In Distinctions of Being: Philosophical Approaches to Reality*, ed. Nikolaj Zunic (Washington: Catholic University of America Press, 2012), 227.

⁷³⁴ Aktaran Jean De Groot, "Dunamis and the Science of Mechanics: Aristotle on Animal Motion," *Journal of the History of Philosophy* 46/1 (2008): 49.

⁷³⁵ De Groot, "Dunamis and the Science of Mechanics," 49.

⁷³⁶ De Groot, "Distinguishing Between Natural Philosophy and Science," 227-228.

daha sonra adlandırılacağı üzere kaldıraç ilkesidir.⁷³⁷ Buna göre, denge ile ilgili olgular dairesel harekete, kaldıraç ile ilgili olgular dengeye, mekanik ile olgular ise kaldırıca dayanır.⁷³⁸ Bu nedenle *Mechanica*'da tüm mekanik harikaların ilkesinin daire olduğu söylenir.⁷³⁹

Yazar daha hızlı yer değiştirmeyi, “aynı mesafeyi daha kısa sürede almak” ve “aynı sürede daha çok mesafe almak” olarak iki anlamda kullanır. Buna göre daha büyük yarıçap eşit zamanda daha büyük çember oluşturur ve dış çember iç çemberden daha büyüktür. Bunun nedeni, yarıçapın iki yer değiştirme gerçekleştirmesidir. Eğer bir cismin iki yer değiştirmesi oranı sabit ise, nihai yer değiştirmesi zorunlu olarak (geometrik) bir doğru olacaktır ve bu doğru, bu orandaki doğruların oluşturduğu figürün (paralelkenar) köşegenidir.⁷⁴⁰ Eğer bir nokta sabit olmayan bir oranla iki yer değiştirme yaparsa, nihai yer değiştirme geometrik bir doğru değil bir eğri üretir.⁷⁴¹

Kaldıraç durumunda, uzun olan kaldıraç kolundaki verili ağırlığın hızı da daha büyüktür; çünkü aynı sürede daha büyük bir yay tarar. Verili bir ağırlığın etkisi, sadece onun bağımsız ağırlığına değil, aynı zamanda destek noktasından uzaklığına göre değişen pozisyonundan kaynaklanan hızına bağlıdır. Eğer mutlak bağımsız ağırlıkları hızlarla (kaldırıcın ucunda asılı ağırlıkların eş zamanlı taradıkları yaylarla) ters orantılı olarak düşünersek, herbir ağırlığın toplam etkisi aynı olmalıdır ki denge sağlansın. Kaldırıcın kollarının uzunluğu (yarıçaplar), taranan yaylarla ile doğru orantılı olduğu için de, bağımsız ağırlıklar kaldırıcın kollarının uzunlukları ile ters orantılı olur. Bu şekilde kaldıraç ilkesi elde edilir.⁷⁴²

Yazar bu teorik çerçeveyi, gemilerin hareketinden, kantarların büyük ağırlıkları küçük ağırlıklarla tartmasına, kasnakların çalışmasından bir insanın bir ağırlığı ortasından tutarak kaldırması ile kenarından tutarak kaldırması arasındaki farka kadar pek çok olguya uygular.⁷⁴³ Örnek olarak dördüncü problemde, neden geminin hareketine en çok katkıyı yapan kürekçilerin geminin ortasında olan kürekçiler

⁷³⁷ Aristotle, “Mechanics,” 847b16-17 ve 848b19-25.

⁷³⁸ Aristotle, “Mechanics,” 848a11-19.

⁷³⁹ Aristotle, “Mechanics,” 847b15-16.

⁷⁴⁰ Aristotle, “Mechanics,” 848b1-13.

⁷⁴¹ Aristotle, “Mechanics,” 848b25-35.

⁷⁴² Aristotle, “Mechanics,” 850a36-850b6.

⁷⁴³ Aristotle, “Mechanics,” 853b14-24.

olduğu sorulur. Cevapta ise küreğin kaldıraç gibi davrandığı, ıskarmozun (küreği sabit tutan kanca) destek noktası olduğu, denizin ağırlık olduğu, kürekçinin de kaldıraç dengeye getirici güç olduğu ifade edilir. Dolayısıyla geminin ağırlık merkezine yakın olan kürekçinin daha büyük bir ağırlık dengelemeye çalışmasından dolayı daha çok güç uygulaması gerektiğinden, ortadaki kürekçinin geminin hareketine daha büyük katkı yaptığı söylenir.⁷⁴⁴

Pratik mekanik geleneğinin bir diğer ismi İskenderiyeli Heron, tüm karmaşık makineleri beş standart makineye (kaldıraç, tekerlek-mil, kasnak, takoz ve vida), her bir makinenin çalışma prensibini de denge prensibine indirger. Ele aldığı beş makine, büyük ağırlıkları küçük kuvvetlerle kaldırmayı mümkün hale getirir.⁷⁴⁵ Heron'un *Mechanica* ikinci kitabı şu cümle ile başlar: “Verili ağırlığı kendileriyle hareket ettirdiğimiz kuvvetler beştir; zorunlu olarak onların formlarını ve kullanılış biçimlerini açıklamalıyız; çünkü farklı formlara sahip olsalar da bu kuvvetlerin doğası aynıdır.”⁷⁴⁶ Heron, *Mechanica*'da ifade edilen bu programı uygulamaya geçirir. İlk iki problemde çembere referansla denge, dengeye referansla da kaldıraç açıklanır. Kitabın geri kalanı geniş bir mekanik fenomenler ve aletler tartışmasıdır ve çoğu kaldıracı indirgenerek çözümlenir. Kullanılan açıklama stratejisi, mekanik fenomenler ile çember arasındaki benzerliklerin dolaylı veya dolaysız denge ve kaldıraç ile analogiler üzerinden özdeşleştirilmesidir. Bu yolla çember, denge ve kaldıraç basit modeller olarak mekanik fenomenleri açıklama imkanı sağlar.⁷⁴⁷

Pseudo-Aristoteles gibi Heron'un amacı, insanın makineleri kullanarak, büyük ağırlıkları küçük güçlerle nasıl kaldırdığını açıklamaktır. Heron ayrıca, denge ve eğik düzlemi kullanarak, doğal olmayan hareketin sabit bir hareket ettiriciye ihtiyaç duyduğuna yönelik Aristotelesçi varsayıma da meydan okumaktadır. Heron'a göre denge ilkesi kullanılarak, çok küçük bir kuvvetle yatay düzlemde herhangi bir ağırlık hareket ettirilebilir.⁷⁴⁸

⁷⁴⁴ Schiefsky, “Art and Nature in Ancient Mechanics,” 93.

⁷⁴⁵ Schiefsky, “Theory and Practice in Heron's Mechanics,” 16-17.

⁷⁴⁶ Schiefsky, “Theory and Practice in Heron's Mechanics,” 22.

⁷⁴⁷ Schiefsky, “Theory and Practice in Heron's Mechanics,” 23

⁷⁴⁸ Laird and Roux, “Introduction,” 4.

3.2.2. Teorik Mekanik Geleneği

Arşimet'in *Akışkanlar Üzerine* isimli eseri kapsam olarak iki kitaptan oluşur. Bu kitaplarda kaldırma kuvveti iki durumda ele alınır: Cismin akışkandan daha yoğun (ağır) olduğu durum ve cismin akışkandan daha az yoğun (hafif) olduğu durum.⁷⁴⁹ Kitap, hidrostatik ilkesi üzerinden suda yüzen cisimlerin davranışlarını soruşturarak doğal bir düzenliliği niceliksel olarak betimlemeye ve bu doğal düzenin nasıl yönlendirileceğini ya da yeniden organize edileceğini göstermeye çalışır.

İlk kitap doğal bir düzenlilikle ilgilendiği, doğal hareketin yönlendirilmesine atıf yapmadığı için mekanik sanatıyla fizik arasında bir yerde durur.⁷⁵⁰ Arşimet nedenlerle ilgilenmediği için ortaya koyduğu analiz klasik anlamda fizik bilimi içine yerleştirilemez. Fakat modern anlamda Galileo'nun fizikten anladığı tam da budur.

Arşimet bu kitapta, kaldırma kuvveti prensiplerini şöyle ifade eder: 1) Akışkandan⁷⁵¹ daha ağır olan cisim, akışkanın üzerine bırakıldığında, akışkanın dibine batar. Bu durumda cismin ağırlığı ölçüldüğünde, cismin yer değiştirdiği sıvının ağırlığı kadar hafıfladığı görülür. 2) Akışkandan daha hafif olan cisim, akışkanın üzerine bırakıldığında, cisim yüzeyde kalır. Bu durumda cismin ağırlığı, yer değiştirdiği sıvının ağırlığına eşittir.⁷⁵²

Daha sonra bir teknenin su üzerindeki dengesini çağrıştıracak şekilde bir parabolit diliminin su üzerindeki dengesi incelenir. Bu bölümde denge, ağırlık merkezi gibi önemli mekanik fikirlerin matematiksel gösterimleri ortaya konur.⁷⁵³ Buna göre Arşimet, geometrik özellik ile kuvvet arasında bir ilişki kurar. Eğer cismin hacmi biliniyorsa (geometrik özellik) ve cisim tümüyle akışkanın içine battıysa, o zaman bu cisme uygulanan kaldırma kuvveti belirlenebilir: Kaldırma kuvveti, cismin hacmi kadar yer değiştirdiği sıvının ağırlığına eşittir.⁷⁵⁴

Düzlemlerin Dengesi Üzerine isimli iki ciltlik kitabında Arşimet kaldıraç yasasını inceler. Önce Öklid'in *Elementler*'inde olduğu gibi bir dizi (yedi tane) postulat

⁷⁴⁹ John Tabak, *Mathematics and the Laws of Nature: Developing the Language of Science* (New York: Fact on File, 2011), 33-34.

⁷⁵⁰ Meli, *Thinking with Objects*, 40-42.

⁷⁵¹ Akışkan tabiri kullanılmış olsa da kastedilen sudur.

⁷⁵² Tabak, *Mathematics and the Laws of Nature*, 34.

⁷⁵³ Meli, *Thinking with Objects*, 40-42.

⁷⁵⁴ Tabak, *Mathematics and the Laws of Nature*, 34.

belirlenir. Örnek olarak birinci postulat, denge noktasından eşit uzaklıktaki ağırlıkların dengede olduğunu, uzaklık değiştiğinde ise dengenin, denge noktasına yakında olan ağırlık yönünde bozulduğunu ifade eder. Daha sonra bu postulatlardan mantık kuralları dâhilinde çıkarımlar yapılır. Her bir çıkarıma, o çıkarım ile postulatın ilişkisini gösteren bir ispat eşlik eder. Her postulat, ağırlık ile uzaklık arasındaki ilişkinin bir yönünü ifade eder.⁷⁵⁵

Arşimet bu kitapta ağırlık merkezi (*center of gravity*) fikrine dayanarak kaldıraç yasasının ispatını verir. Arşimet bu matematiksel ispatta “ağırlık” (*wight*) terimini değil “miktar” (*magnitude*) terimini kullanır. Bu perspektiften kaldıraç yasası fiziksel bir dengeyle ilgili değildir; sadece geometrik figürün niceliksel merkezi (*center of gravity*) ile geometrik miktarlar arasındaki ilişkiye dair bir yasadır. Fakat geometrik figürlerin uzunluk, alan ve hacimlerinin fiziksel ağırlıklar gibi oranlanması ve tıpkı iki fiziksel ağırlığın kaldıraç üzerinde dengelenmesi gibi geometrik miktarların dengelenmesi söz konusudur. İkinci kitapta Arşimet, parabolik segmenti, üçgen ve doğru parçası gibi diğer figürleri kullanarak dengeye getirir ve bu segmentin alanını üçgenin alanı cinsinden ifade eder. Arşimet’in burada yaptığı fiziğin matematikleştirilmesi değil matematiğin fizikleştirilmesidir.⁷⁵⁶

Arşimet’in eserinde ne yaptığını açık kılmak için iki örnek verilebilir. İlk örnekte Arşimet, kaldıraç yasasını kullanarak parabolik bir kesitin alanının hesaplar. Arşimet’in amacı, eğrileri düzgün bir cisme indirgeyip ölçülebilir kılmaktır. Buna göre Şekil 3.3.’den⁷⁵⁷ hareketle BD simetri eksenine, CZ tanjant, MX, AZ, BD paralel, KC=KT ve B,N,K,T orta noktalar olsun.

⁷⁵⁵ Tabak, *Mathematics and the Laws of Nature*, 35-37.

⁷⁵⁶ Van Dyck, “An Archeology of Galileo’s Science of Motion,” 72, ayrıca bkz: Clagett, *Science of Mechanics in the Middle Ages*, 11.

⁷⁵⁷ Aktaran Reviel Netz and William Noel, *The Archimedes Codex* (USA: De Capo Press, 2007), 152.

yasası). ABC üçgeni de AZC üçgeninin dörtte biri olduğu için, ABC parabolik segmenti, ABC üçgeninin $\frac{4}{3}$ 'üdür.⁷⁵⁸

Bu örnekte Arşimet, doğru parçalarını fiziksel nesneler gibi, onların uzunluklarını ve alanlarını da fiziksel ağırlıklar gibi düşünmüş ve onları fiziksel nesneler gibi hareket ettirmiştir. Geometrik alan ispatını da mekanik bir ilkeden, kaldıraç yasasından faydalanarak yapmıştır.

Matematiğin fizikleştirilmesine ikinci örnek, yine aynı eserde, Arşimet'in, bir silindirin içindeki kürenin hacmini ispat edişidir. Buna göre cevap verilecek soru "tabanı r , yüksekliği $2r$ olan bir silindirin içindeki kürenin hacmi nedir?" sorusudur. Arşimet ilk olarak Şekil 3.4.'e⁷⁵⁹ göre bir AEF üçgenini AC eksenini etrafında döndürerek bir koni, LEFG dörtgenini AC eksenini etrafında döndürerek bir silindir elde eder. AC eksenini üzerinde rastgele alınan bir S noktasında, AC eksenine dik bir MN düzlemi düşünülür. Bu düzlem küreyi, çapı OP olan bir daire boyunca, koniyi çapı QR olan bir daire boyunca, silindiri de çapı MN olan bir daire boyunca keser.

MS = AC ve SQ = AS olduğundan MS. SQ = AC. AS denklemi elde edilir. AOC dik üçgeni ile AOS üçgeni benzer olduğundan

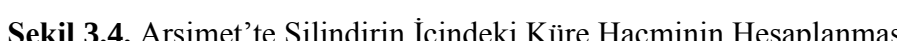
$$\frac{AO}{AC} = \frac{AS}{AO} = \frac{SO}{OC} \quad (3.1)$$

Şu halde $AO^2 = AS.AC$ ve AOS Pisagor teoreminden $AO^2 = AS^2 + OS^2$. AEC ikizkenar olduğundan SQ'da CE'ye paraleldir, şu halde AS = SQ.

$$MS.SQ = AO^2 = AS^2 + OS^2 = SQ^2 + OS^2 \quad (3.2)$$

⁷⁵⁸ Reviel Netz and William Noel, *Arşimet'in Elyazmaları*, çev. Z. Anbarcıoğlu (İstanbul: Alfa, 2012), 167-176, ayrıca bkz: Eduard Jan Dijksterhuis, *Archimedes* (New Jersey: Princeton University Press, 1987), 316-318.

⁷⁵⁹ Aktaran Sinan Sertöz, "Arşimet'in Küreleri," *Matematik Dünyası* 4/III (1994), 2.

$$MS.SQ = SQ^2 + SO^2 \quad (3.3)$$


sonra, daha sonra kullanılmak üzere kenara koyan Arsimet, daha sonra CA

$$\frac{HA}{AS} = \frac{MS^2}{SQ.MS} \quad (3.4)$$

Daha sonra (3.3) eşitliği kullanılarak

$$\frac{HA}{AS} = \frac{MS^2}{OS^2+SQ^2} \frac{\pi}{\pi} = \frac{MS^2\pi}{OS^2\pi+SQ^2\pi} \quad (3.5)$$

Arşimet daha sonra S noktasına silindirden gelen daireyi, H noktasına da küreden ve koniden gelen daireleri beraber asar. Burada (3.5) eşitliği dengede kalacaklarını ispatlar. Şimdi S noktası, AC üzerinde, A'dan C'ye giderken bulunduğu her konumda, elde edilen daireler yukarıdaki eşitliği sağlar. Diğer bir deyişle silindirden gelen daire olduğu yere, küreden ve koniden gelen daireler H noktasına asılır; LFEG silindiri olduğu yerde kalacak, fakat ABCD küresi ile AEF konisi beraber H noktasına asılırsa denge sağlanacaktır. Arşimet, silindirin ağırlık merkezi K noktası olduğu için, silindirin K noktasında asılı olduğunu düşünür. Özetle HAK kaldıracın H noktasında yarıçapı $r = AK$ olan bir küre ile taban yarıçapı ve yüksekliği $2r$ olan bir koni asılı olan bu sistem A destek noktasında dengede durur. Silindirin hacmi $8\pi r^3$ 'dir. Koninin hacmi, silindirin hacminin üçte biridir. AK'nin, HA'nın yarısı olduğunu göz önüne alınırsa, kürenin hacmi $\frac{4}{3}\pi r^3$ olur.⁷⁶⁰

Burada önemli olan nokta, Arşimet'in uzunluk, alan ve hacimlere, fiziksel ağırlıklar gibi muamele etmesi ve fiziksel bir gerçeklik olan kaldıracı, bu matematiksel "ağırlıkları" dengelemek için kullanmasıdır. Burada fiziğin matematiksel yöntemle ele alınmasından ziyade, matematiksel nesneler arası ilişkilerin, onlar sanki fiziksel ağırlıklarmış gibi düşünülmesi, yine fiziksel nesneler arası ilişkiler için geçerli olan kaldıraç yasasının, bu ilişkileri temellendirmek için kullanılması söz konusudur.⁷⁶¹

⁷⁶⁰ Sertöz, "Arşimet'in Küreleri," ayrıca bkz: Dijksterhuis, *Archimedes*, 322-324.

⁷⁶¹ Aşağıda görüleceği üzere Newton bu yaklaşımı, doğanın matematiksel haritasını çıkarmanın aracı kılar. Buna göre doğal bir cisim Öklid uzayına aktarıldığında, o cisim, o cismin ağırlık merkezini

Burada Aristotelesçi *metabasis* yasaklamasının ihlal edildiği görülür; çünkü orta bilimlerin araştırma sahası, olguların fizikten geldiği ama temellendirmenin matematikle yapıldığı nesne alanı için geçerlidir. Fakat Arşimet olguyu matematikten alırken temellendirme için mekanikteki bir teoremi, yani kaldıraç yasasını kullanmaktadır. Diğer bir deyişle Arşimet, Aristotelesçi çerçevede alt bir bilime ait olan bir teoremi (kaldıraç yasasını), üst bir bilim olan matematikteki ilişkiyi temellendirmek için kullanmaktadır.

Arşimetçi bu çerçevenin mekanik fiziğin doğuşuna yapmış olduğu katkıyı Newton'un ifadelerinde görebiliriz. Newton, *Principia*'nın birinci baskısına yazdığı önsözün ilk paragrafı şöyledir:

Antiklerden beri mekanik doğa araştırmasında ve bilimde çok büyük bir önemi haizdir. Tözsel formları ve okült nitelikleri reddeden modernler ise doğal fenomenleri matematiksel yasalara indirgeme işini üstlendiler. Bu tezde yapılması gereken en iyi şey doğa felsefesi ile ilişkili olan matematiğe odaklanmaktır. Antikler mekaniği ikiye böldüler: pratik olan ve ispatlarla doğru biçimde ilerleyen rasyonel olan. Tüm el sanatlarının ait olduğu pratik mekanik, aynı zamanda mekaniğe de ismini verir. Fakat sanatçılar mükemmel bir kesinlikle çalışmazlar; bu nedenle mekanik, mükemmel kesinlikte olan geometriden çok ayrıdır; kesinliği daha az olan mekaniktir. Ancak hatalar sanatta değil sanatçıdadır. Daha az kesin olanla çalışan her kim olursu olsun kusurlu mekanikçidir ve eğer birisi en mükemmel kesinlikle çalışsaydı, o kişi en mükemmel mekanikçi olurdu. Geometrinin temeli olan doğruların ve çemberlerin tasvir edilmesi mekaniğe aittir. Geometri, doğruların ve çemberlerin nasıl tasvir edilmesi gerektiğini öğretmez ama böyle bir tasviri varsayar. Geometri, yeni başlayanların geometrinin eşiğine yaklaşımadan önce, onların çizgileri ve çemberleri mükemmel biçimde tasvir edebildiklerini kabul eder. Doğruyu ve çemberi tasvir etmek problemidir ama geometrinin problemi değildir. Geometri bu problemlerin çözümlerinin mekanikten geldiğini postula eder ve bunu çözülmüş bir problem olarak öğretir. **Geometri, mekanik alanından alınmış birkaç ilkeyle daha pek çoğunu yapar. Bu nedenle geometri, mekanik ilkeler üzerine kuruludur ve ölçümleme sanatını kesin oranlara ve ispatlara indirgeyen tümel mekaniğin bir parçasıdır.** Fakat el sanatları, özellikle cisimleri hareket ettirmek amacıyla uygulandığı için, geometri yaygın olarak miktara atıfla, mekanik ise harekete atıfla kullanılmıştır. **Bu anlamda rasyonel mekanik⁷⁶², hareketi ortaya çıkaran kuvvetlerden kaynaklanan kesin oranları ve ispatları ifade**

simgeleyen noktasal bir kütleye dönüşür. Arlığın niceliği kütle, hareketin niceliği ise hızdır. Mahiyeti bilinmez olan dışsal gücün niceliği ise kuvvettir.

⁷⁶² Teorik mekanik

eden hareket bilimi olacaktır. Antikler mekaniğin bu bölümünü, el sanatlarıyla ilgili olan beş güç üzerinden çalışmış ve hareket eden ağırlıktan başka ağırlığa hemen hemen hiç dikkat etmemişlerdir (çünkü beş güçten biri değildir). Fakat biz el sanatlarından ziyade doğa felsefesiyle ilgilendiğimiz ve el gücünden ziyade doğal güçler hakkında yazdığımız için, ağırlığın, elastik kuvvetlerin, akışkan dirençlerinin ve nedeni ne olursa olsun itici ve çekici kuvvetlerin bu yönüne odaklanacağız. Bu nedenle mevcut çalışmamız doğa felsefesinin matematiksel ilkeleri olarak ortaya kondu. Felsefenin temel problemi, hareket fenomeninden çıkarsanan doğal kuvvetlerin keşfedilmesi ve diğer fenomenlerin bu kuvvetlerle ispatlanmasıdır.⁷⁶³

Newton, ilk olarak geometri, mekanik ve doğa felsefesi ilişkisini yeniden şekillendirerek, kütle-çekimi mekaniğin bir parçası haline getirir. İkinci olarak, kadim mekanik ve geometri ilişkisini tersine çevirir ve Arşimet gibi Aristotelesçi bilimler tasnifini tersyüz ederek *metabasis* yasağını ihlal eder ve geometrik figürlerin mekanik aletlerin hareketleri ile üretildiğini iddia eder: “Mekanik araçların ürettiği eğrilerin herhangi bir tasviri mekaniktir, daire pergel ile doğru ise cetvelle oluşturulur. Bu nedenle eskiler bir kere bu tasvirleri elde ettikten sonra, geometriciler geri kalan her şeyi buradan türetmişlerdir.”⁷⁶⁴ Newton üçüncü olarak kütle-çekim kuvvetini mekanik prensipler üzerinden keşfettiğini iddia eder. Şu halde fizik ve geometri mekaniğe dayanırlar. Mekanik, geometrik doğruların, noktaların sürekli hareketiyle, yüzey alanlarının ise doğruların sürekli hareketiyle tasviri ve üretilmesi gibi geometride olası olan varsayımları gerçek operasyonlara dönüştürür; çünkü bunlar günlük hayattaki cisimlerin hareketleri ile ortaya çıkar.⁷⁶⁵

Arşimet teorik (Newton’ın tabiriyle rasyonel) mekaniği, Öklid’in kullandığı geometrik yöntemi, aksiyomlarını fiziksel doğaya dair aksiyomlarla değiştirerek kurmuştur. Dijksterhuis, Arşimet’in daha ileri gidememesinin pek çok nedeni olduğunu söyler. İlk olarak Öklid’in *Elementler* isimli kitabıyla özetlenen Yunan mirasında sadece düzgün geometrik cisimlerin uzunluk, alan ve hacimlerine dair araştırmalar vardır. Bu araştırmaların daha ileriye taşınamayışının nedeni ise Babillilerden miras alınan cebirsel metodun kullanılmamış olmasıdır. Öklid’in

⁷⁶³ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, xvii-xviii.

⁷⁶⁴ Aktaran Katherine Dunlop, “What Geometry Postulates: Newton and Barrow on the Relationship of Mathematics to Nature”, *Interpreting Newton*, ed. Andrew Janiak and Eric Schliesser (Cambridge: Cambridge University Press, 2012), 84.

⁷⁶⁵ Dunlop, “What Geometry Postulates,” 90-91, ayrıca bkz: Jammer, *Concepts of Space*, 96.

geometrik yönteminin hantal olması ve eğrinin ele alınmasını zorlaştırması bir etken olmuştur. Bir diğer etken ise kullanılan sembolik dilin hantallığıdır. Grek alfabesinin harflerinin sayısal semboller yerine kullanılması yapılan tartışmaları takip etmeyi zorlaştırmıştır. Trigonometri de benzer nedenlerden dolayı geliştirilememiştir. Bu sorun ancak Ortaçağ İslam ve Yeniçağ İtalyan matematikçilerinin gayretleriyle çözülmüş ve cebirsel yöntemin potansiyelleri açığa çıkabilmiştir. Sembolik dilin eksiliğinden başka diğer bir engel, matematiğin doğaya uygulanmasının ya da pratik kullanımının önündeki Platoncu tavidir. Öklid geometrisi ile Platoncu ideler doktrini aynı ağacın iki meyvesi gibidir. Öklid için fiziksel var olanların fonksiyonu, ideal geometrik formları hatırlamamızı sağlamasından ibarettir. Platon da prensip olarak gerçek bir küpün ya da prizmanın hacmini bulmak için geometrinin kullanılmasını reddetmiştir; çünkü doğadaki küpler ideal olan küpün kusurlu kopyalarından ibarettir. Benzer şekilde fiziksel hareketi ele almak için geometrinin kullanılmasının reddedilmesi gibi, geometrik uzayda da figürler hareket halinde düşünülmemiştir. Çünkü geometri değişmez formları ele alır, doğanın sürekli değişimi içindeki kusurlu kopyalarını değil.⁷⁶⁶

Arşimet teorik mekaniği, fiziksel nesne ve ilişkileri geometrik uzaya transform ederek ve postulatlarını fiziksel nesne ve ilişkileri idealize ederek oluşturmuş ve mekanik fiziğin ilk çalışmalarını yapmıştır. Galileo'dan Newton'a kadar on yedinci yüzyıl düşünürleri üzerindeki etkisi çok büyüktür. Ağırlık merkezi ve yoğunluk kavramlarını tanımlaması ve kaldırıcı zihinsel bir model olarak kullanması Arşimet'in diğer katkıları arasındadır.⁷⁶⁷

Tezin bir sonraki bölümünde, yukarıda çerçevesi çizilen mekanik geleneklerinin on yedinci yüzyıldaki etkisi ve mekaniğin nasıl yeni fizik olarak belirlendiği tartışılacaktır.

⁷⁶⁶ Dijksterhuis, *The Mechanization of the World Picture*, 50-54.

⁷⁶⁷ Brett D. Steele and Tamera Dorland, "Introduction", *Heirs of Archimedes: Science and Art of War through the Age of Enlightenment*, ed. Brett D. Steele and Tamera Dorland (Cambridge: The MIT Press, 2005), 2.

3.3. Mekanik Fiziğin Yükselişi

On yedinci yüzyıl boyunca, geleneksel olarak astronomi, optik, müzik ve doğa felsefesi gibi diğer disiplinlere ait olduğuna inanılan bilgi alanları mekanik bilimi alanına girmiştir. Göksel cisimlerin hareketleri ile sarkaç hareketleri, serbest fırlatma hareketi ve merkezi kuvvet fikri ile analogi kurularak göksel cisimlerin hareketlerinin araştırılması da mekaniğin konuları olmuştur. Aynı şekilde daha önce müzik biliminin alanı olan titreşimlerin araştırılması ve optik biliminin alanına giren ışığın yayılımı mekanik ile ilişkilendirilmiştir. Cisimlerin dirençleri, akışkanların hareketleri, cisimlerin hareket ve çarpışmaları, katı cisimlerin dirençli ortamda hareketleri gibi yeni alanlar da mekaniğin bileşenleri haline gelmiştir.⁷⁶⁸ Diğer bir deyişle on yedinci yüzyılda mekanik bilimi, daha önce matematiksel tasvirin ötesinde olduğuna inanılan alanlara doğru genişletilmiştir.⁷⁶⁹

Guiseppe Moletti, Galileo'nun selefidir ve Pedua'da 1581 yılında mekanik problemlerle ilgili dersler vermiştir. Molletti, doğayı taklit eden ve doğanın ortaya çıkaramadığı sonuçları çıkaran mekanik fikriyle, mekaniğin doğayı, doğadan elde ettiği ilkeleri kullanarak fethetmesi fikrini birleştirmeye çalışır. Mekanik sadece doğayı taklit etmez aynı zamanda onu kontrol eder. Ona göre mekanik sanatı, göksel küreleri inceleyerek dairesel hareket ilkesini, canlıların eklemlerini inceleyerek kaldıraç ilkesini elde etmiştir. Dolayısıyla mekanik doğanın her yerindedir; diğer bir deyişle mekanik tümüyle doğal ilkelerle işler.⁷⁷⁰

Del Monte, 1588'de Arşimet'in *Düzlemlerin Dengesi Üzerine* isimli eserine yazdığı şerhin girişinde mimar, mühendis, gemici ve çiftçilere yardımcı olan aletlerin (basit makinelerin) doğa yasalarına karşı gelerek (*repugnantibus naturae legibus*)

⁷⁶⁸ Meli, *Thinking with Objects*, 6-8, ayrıca bkz: Sophie Roux, "Cartesian Mechanics", *The Reception of the Galilean Science of Motion in Seventeenth-Century Europe*, ed. C. R. Palmerino and J. M. M. H. Thijssen (Dordrecht: Springer, 2004), 26, ve bkz: Mark J. Schiefsky, "Art and Nature in Ancient Mechanics," *The Artificial and the Natural: An Evolving Polarity*, ed. Bernadette Bensaude-Vincent and W. R. Newman (Cambridge, Massachusetts, London: The MIT Press, 2007), 67-68

⁷⁶⁹ Meli, *Thinking with Objects*, 6.

⁷⁷⁰ Schiefsky, "Art and Nature in Ancient Mechanics," 95, ayrıca bkz: Walter Roy Laird, "Nature, Mechanics and Voluntary Movement in Giuseppe Moletti's Lectures on the Pseudo-Aristotelian Mechanics," *Mechanics and Natural Philosophy Before The Scientific Revolution*, ed. W.R. Laird and S. Roux (Dordrecht: Springer, 2008), 176-177.

çalıştığını ifade eder.⁷⁷¹ “Mekaniğin alanları olarak el işçileri, inşaatçılar, taşıyıcılar, çiftçiler, denizciler ve diğerleri doğa yasalarına karşı gelerek çalışırlar.”⁷⁷² Del Monte’nin de amacı, mekaniğin doğayı taklit ederken, aynı anda onu nasıl fethedebileceğini göstermeye çalışmaktır. Buna göre mekanik hem doğayı taklit eder hem de onun karşısındadır. Bu nedenle doğanın ötesine geçerek onun karşısında sonuçlar üretir. Del Monte’ye göre mekanik, cisimleri ve süreçleri öyle organize eder ve öyle sonuçlar üretir ki, doğa isteseydi aynı cisimleri ve süreçleri o şekilde organize eder ve aynı sonuçları elde ederdi.⁷⁷³

Henri de Monantheuil, 1599’da Pseudo-Aristoteles’in *Mechanica*’sına yazdığı şerhte, mekaniğin amacının sabit ve değişmez doğal davranışların, insan amaçları doğrultusunda düzenleme ve dönüştürme işi olduğunu söyler. Kendi amaçları doğrultusunda doğayı dönüştürme ve düzenleme amacı, insana sanatları keşfetme imkânı vermiştir. Mekaniğin ilkeleri doğanın gözlemlenmesi ve taklit edilmesiyle elde edilir.⁷⁷⁴

Bacon’a göre doğa felsefesinin araştırma nesnesi doğal hareket değil zoraki hareket olmalıdır. Zoraki hareket kaldıraç, palanga, kasnak gibi mekanik aletlerle üretilir; çünkü bir taşın doğal olmayan bu yer değiştirmeleri mimari binaları ayakta tutmaktadır. Bacon’a göre doğal hareket araştırması, zoraki hareket araştırmasının aracıdır. Dolayısıyla doğa felsefesi mekaniğe hizmet eder. Asıl olan mekaniktir; çünkü doğal hareketi yönlendirip insanlığa faydalı sonuçlar üretmektedir.⁷⁷⁵ Bacon, 1605 tarihli *The Advancement of Learning*’de şöyle der:

Orta bilimlerin yardımı olmaksızın doğanın pek çok parçası ya yeterli incelikle belirlenmemiş ya yeterince açık biçimde gösterilmemiş ve insanın kullanımına açılmamış olurdu. Orta bilimler müzik, astronomi, kozmografya, mimarlık,

⁷⁷¹ Meli, *Thinking with Objects*, 19.

⁷⁷² Maarten Van Dyck, “An Archeology of Galileo’s Science of Motion”(doktora tezi, Universiteit Gent, 2006), 135.

⁷⁷³ Schiefsky, “Art and Nature in Ancient Mechanics,” 95-96, ayrıca bkz: Helen Hattab, “From Mechanics to Mechanism: The Quaestiones Mechanicae and Descartes’ Physics,” *Science of Nature in the Seventeenth Century: Pattern of Change in Early Modern Natural Philosophy*, ed. P. R. Anstey and J. S. Schuster (Dordrecht: Springer, 2005), 112, ve bkz: Van Dyck, “An Archeology of Galileo’s Science of Motion”, 71-72.

⁷⁷⁴ Schiefsky, “Art and Nature in Ancient Mechanics,” 96, ayrıca bkz: Hattab, “From Mechanics to Mechanism,” 114-116.

⁷⁷⁵ Gaukroger, “The Unity of Natural Philosophy and the End of Scientia,” 22- 25.

mühendislik ve diğerleridir... Fakat bunlar içinde en önemli ve temel olan mekaniktir. Bu bilimlerin yardımını alan böyle bir doğa felsefesi sadece spekülasyonlarda kaybolmamakla kalmaz, insan yaşamına faydalar da sağlayan işlevsel bir hale gelir.⁷⁷⁶

Galileo'nun serbest düşme yasası ile cisimlerin ağırlıklarından bağımsız olarak ivmelendiklerinin ortaya çıkması, klasik olarak bağımsız olan mekanik ve hareket bilimi olarak fiziğin aynı ilkelere dayanabileceği fikrinin temelidir.⁷⁷⁷ Galileo, geleneksel mekanik ile doğa felsefesi arasındaki disiplinler boşluğu, nedenler araştırmasını saf dışı ederek ortadan kaldırmıştır. Galileo, sıvı içinde hareket eden cisimler ve ortam direnci ile ilgili Arşimetçi ilkeleri kullanarak, ağır cisimlerin serbest düşmesini matematikselleştirmiş ve Arşimet'in parabolit dilimi için yaptığını hareket için yapmıştır.⁷⁷⁸ Bu gelişmeyle birlikte Galileo'nun seleflerinin doğaya hakim olma aracı olarak kavramsallaştırdıkları mekanik, bir hareket bilimi olarak yeniden formüle edilmiştir. Dolayısıyla daha sonraki süreçte Boyle mekanikten, daha geniş anlamda, alt cisimlerdeki hareketi üreten ya da değiştiren ve saf matematiğin uygulamasına dayanan disiplinleri anlar. Bu anlamda mekanik sadece statik değil hidrolik, penomatik, hidrostatik, balistik gibi diğer disiplinleri de içerir.⁷⁷⁹ Bu disiplinlerin olguları doğadan gelirken, açıklamaları matematikle yapılır. Bu nedenle Barrow, "niceliği ele almayan veya geometrik teoremleri uygulayamacağımız hiçbir disiplin"ın olmadığını, dolayısıyla "tüm disiplinlerin geometriye bağlı" olduğunu söyleyerek tüm doğa araştırmasını mekaniğe indirir.⁷⁸⁰ Mekaniğin yöntemi matematik olduğu için de, doğa araştırmasının, yani fiziğin yöntemi matematik olmalıdır.

⁷⁷⁶ Daniel Garber, "Philosophia, Historia, Mathematica: Shifting in the Dixiplinary Geography of the Seventeenth Century", *Scientia in Early Modern Philosophy: Seventeenth Century Thinkers on Demonstrative Knowledge from First Principles*, ed. T. Sorell, G. Rogers and J. Kraye (Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer, 2010), 4-5.

⁷⁷⁷ Alan Gabbey, "What was "Mechanical" about "The Mechanical Philosophy"?", *The Reception of the Galilean Science of Motion in Seventeenth-Century Europe*, ed. C. R. Palmerino and J. M. M. H. Thijssen (Dordrecht: Springer, 2004), 21.

⁷⁷⁸ Gabbey, "What was "Mechanical" about "The Mechanical Philosophy"?", 22.

⁷⁷⁹ Gabbey, "What was "Mechanical" about "The Mechanical Philosophy"?", 21-22, ayrıca bkz: Gabbey, "Between *Ars* and *Philosophia Naturalis*: Reflections on the Historiography of Early Modern Mechanics," 144-145.

⁷⁸⁰ Gabbey, "What was "Mechanical" about "The Mechanical Philosophy"?", 22, ayrıca bkz: Gabbey, "Between *Ars* and *Philosophia Naturalis*: Reflections on the Historiography of Early Modern Mechanics," 138.

John Wallis mekaniği “hareketin geometrisi” ve “geometrinin hareketle *apodictic* olarak ilgilenen kısmı” olarak tanımlayarak, mekaniğin içine ivmeli ve yavaşlayan hareketi, yatay atışı, serbest düşmeyi, dengeyi, ağırlık merkezini, elastikliği ve hidrostatığı dahil eder.⁷⁸¹ Newton mekaniği, “hareketi ortaya çıkaran kuvvetlerden kaynaklanan kesin oranları ve ispatları ifade eden hareket bilimi” olarak tanımlar.⁷⁸²

Mekanik, Galileo ile birlikte doğal dünyanın matematiksel haritasını çıkarma işine dönüşmüştür.⁷⁸³ Fakat klasik fizikten farklı olarak mekanik (yeni fizik) nedenlerle ilgilenmemektedir. Orta bir bilim olarak mekanik nesneleri ile bu açıdan ilgilenmez. Orta bilimler Grek izdüşümsel geometrinin genel formundadır; noktalar, doğrular, yüzeyler figürleri oluşturmak için hareket ederler ama onları neyin hareket ettirdiği tartışma konusu değildir.⁷⁸⁴ Bu nedenle Newton’a kadar tanımlanan yeni fizik, modern anlamda kinematiktir. Esas itibarıyla Galileo tarafından belirlenen bu kinematik modelleme çerçevesinin dinamik temellerini ise Newton inşa edecektir.

Aşağıda, on altıncı yüzyıl öncesinde pratik faaliyetler için kullanılan mekanik sanatının, on altıncı yüzyıldan itibaren antik geleneklerin yeniden keşfedilmesiyle bir hareket bilimi olarak tanımlanması süreci, sürecin maddi zeminine ve metafizik zeminine işaret edilerek ele alınacaktır.

3.3.1. Mekanik Fiziğin Maddi Zemini

Bütün süreci sosyoekonomik koşullara indirgemek, aynı sosyoekonomik koşulların farklı coğrafyalarda benzer sonuçlar doğuracağını varsaymak, ilk etapta, bilim ve felsefenin dini ve ırki bağılıklarla ilgili olmadığını ima ettiği için evrensel ve nesnel bir açıklama gibi görünmektedir; fakat bu açıklama, toplumların yüzyıllar boyunca oluşturduğu kültürlerin ruhu olan zihniyetlerin imkan ve bariyerlerini görmezden gelmektedir. Bu tavır, düşünürlerin ideolojik mensubiyet ve motivasyonlarını, hâmlerinin onlardan beklentilerini, bizatihi hakikat idealinin düşünürde uyandırdığı

⁷⁸¹ Gabbey, “What was “Mechanical” about “The Mechanical Philosophy”?,” 22, ayrıca bkz: Gabbey, “Between *Ars* and *Philosophia Naturalis*: Reflections on the Historiography of Early Modern Mechanics,” 139.

⁷⁸² Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, xvii-xviii.

⁷⁸³ Gabbey, “What was “Mechanical” about “The Mechanical Philosophy”?,” 22.

⁷⁸⁴ Peter Machamer, “Galileo and the Causes”, *New Perspectives on Galileo*, ed. R. E. Butts and J. C. Pitt (Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1978), 166-167.

duygulanım gibi psikolojik süreçleri ihmal etmeyi gerektirir ki, bu eksik bir tarihsel okuma olacaktır. Fakat süreci, sosyoekonomik koşullardan bağımsız okumak da benzer çıkmazları içermektedir.

Hessen ve Grossmann, on altıncı ve on yedinci yüzyıllardaki ekonomik taleplerin teknik problemlere, bu problemlerin de teorik-bilimsel problemlere yol açtığı varsayımından hareketle, yeni bilimin ortaya çıkışının sosyo-ekonomik temellerini belirlemeye çalışır. Buna göre gemilerin taşıma kapasitelerinin ve hızlarının artırılması; gemilerin dalgalara karşı daha sağlam hale getirilmesi; gemilerin yön bulma araçlarının, liman ve kanal yapımının, silah ve istihkâmın geliştirilmesi gibi problemler, hidrostatik, hidrodinamik ve mekanik alanlarında çalışmalar yapılması ihtiyacını doğurmuştur.⁷⁸⁵ Devrin sosyoekonomik beklentileri düşünürleri bu alanlarda çalışmaya itmiş ve bilim devrimini hazırlamıştır.

Zilsel de benzer şekilde on altıncı ve on yedinci yüzyıllardaki teknik ve ekonomik rekabetin modern bilimin ortaya çıkışının en önemli parametresi olduğunu düşünür. Zilsel'e göre Galileo'nun serbest düşme ile ilgili çalışmaları topçulukla ilgili gerekliliklerden kaynaklanır. Fırlatma hareketinin yörüngesi o dönemin tüm mekanikçilerinin ilgilendiği bir sorundur. Bu nedenle kapitalizm, teorisyenler ile teknikçiler (sanatçılar) arasındaki iletişim boşluğunu ortadan kaldırması bakımından modern bilimin en önemli nedenidir.⁷⁸⁶

Benzer çizgide Valleriani, on altıncı yüzyılın başında savaş teknolojilerindeki gelişmelerin, şehirleri bu yeni silahlar karşısında savunmasız kıldığını ve mühendisleri bu konuya çözümler bulma noktasında motive ettiğini söyler. İlk olarak İtalyan şehir yöneticileri orduları bu yeni silahlarla donatmış, ikinci olarak istihkam ve savunma unsurları yeniden düzenlenmiş ve inşa edilmiştir. Bu süreçte ateşli silahların inşasında yeni uzmanlıklar ortaya çıkmıştır. Barut üretimi, silah eğitimi, balistik, taşınabilir makinelerin inşası, gemilerin inşası, yeni matematiksel entrümanların geliştirilmesi gibi pek çok uzmanlık, ateşli silahların ortaya çıkardığı uzmanlık alanlarıdır. Ateşli silahların işleyişi, standardizasyon için olası atış hareketlerinin geometrik olarak tasvir edilmesini talep etmiştir. Ağır ve hafif

⁷⁸⁵ Boris Hessen ve Henryk Grossmann, *The Social and Economic Roots of the Scientific Revolutions*, ed. Gideon Frudenthal ve Peter MacLaughlin (Berlin: Springer, 2009), 3-9.

⁷⁸⁶ Zilsel, *The Social Origins of Modern Science*, 5.

silahların pozisyonları, doğrultuları, açıları, mermilerin hızları ve silahların unsurları arasındaki oranlar yine geometrik olarak tasvir edilmesi gereken unsurlar olarak ortaya çıkmıştır.⁷⁸⁷ Bu nedenle özellikle Balistik sanatı, yatay atış hareket teorisinin gelişiminde çok önemli bir yere sahiptir.⁷⁸⁸

Galileo'yu hareket üzerine çalışmaya yönelten temel motivasyon bir top güllesinin hareketini kontrol edilebilir kılma ihtiyacıdır. Galileo bir mühendistir; yaşadığı dönemde savaş teknolojisinin talepleri doğrultusunda pek çok mekanik model geliştirmiştir. Mekaniği yeni hareket bilimi olarak kurmasının arkasında da yine devrin teknolojik talepleri vardır.⁷⁸⁹

Bu çerçevede on altıncı yüzyıla bakıldığında, Tartaglia'nın 1537'de, top güllerinin hareketini (ya da yatay atış hareketini) ele alan *Nova Scientia* (Balistik) isimli eserini yayımladığı görülür. Bu kitap, 1531'de kendisine sorulan, ateşli silahlarla ilgili pratik problemlere cevap olarak yazılmıştır⁷⁹⁰ ve bir top güllesinin güzergâhını matematiği kullanarak ele alan ilk eserdir. Tartaglia kitapta, tüm atış hareketlerinin zoraki (düşey) ve doğal (dikey) olmak üzere iki hareketin bileşimi olduğunu söyler. Buna göre mermi ilk olarak zoraki doğrusal hareket eder, sonraki zoraki ve doğal hareketin bileşimi olarak eğri çizer ve yine doğrusal hareket ederek yere ulaşır.⁷⁹¹ Daha sonra bir top mermisinin 45 derecelik açıyla ateşlenmesi durumunda, yere paralel ateşlenmesinden dört kat uzağa gittiğinin (yanlış bir) geometrik ispatını verir.⁷⁹²

Tartaglia, 1546 tarihli *Quesiti et Inventioni Diverse* (Çeşitli Sorular ve İcatlar) isimli eserinde, 1531 yılında bir topçu tarafından kendisine sorulan soruyla, ateşlenen topun gideceği mesafe üzerine teorik olarak düşünmeye başladığını, 1537 yılında ise Türk Sultanı Süleyman'ın Hristiyan dinine saldırı hazırlıkları yaptığını öğrendiğinden bu alandaki düşüncelerini ve bazı küçük icatlarını yazıya geçirip yayımladığını söyler.

⁷⁸⁷ Matteo Valleriani, *Galileo Engineer* (Dordrecht: Springer, 2010), 194

⁷⁸⁸ Jochen Büttner, Peter Damerow and Jürgen Renn, "Galileo's Unpublished Treatises," *The Reception of the Galilean Science of Motion in Seventeenth-Century Europe*, ed. C. R. Palmerino and J. M. M. H. Thijssen (Dordrecht: Springer, 2004), 110.

⁷⁸⁹ Valleriani, *Galileo Engineer*, 193-211.

⁷⁹⁰ Drake and Drabkin, *Mechanics in Sixteenth-Century Italy*, 17-19.

⁷⁹¹ Nicolo Tartaglia, "New Science," *Mechanics in Sixteenth-Century Italy: Selections from Tartaglia, Bedenetti, Guido Ubaldo and Galileo*, ed. Stilman Drake and I. E. Drabkin (London: The University of Wisconsin Press, 1969), 80-88.

⁷⁹² Tartaglia, "New Science," 94-97.

Pek çok yeni soruya yol açan bu eserin sıradan ama yüksek zekâda insanları çok etkilediğini söyleyen Tartaglia, bu insanların ona yeni sorular üzerine düşünmeye sevk ettiğini, bu soruların da yine ateşli silah, mühimmat ve istihkâm konularında onu küçük icatlar yapmaya yönlendirdiğini, dokuz kitap olarak hazırlamış olduğu bu eserinde bu soruları ve icatları tartışacağını ifade eder.⁷⁹³

Makine teknolojisinin Rönesanstan sonra hızla artan pratik önemi, on altıncı yüzyılda bu alanda pek çok tezin ortaya atılmasını sağlamıştır. Bu tezler genelde kaldıraç ve sarkacı zihinsel model olarak kullanarak mekanik fenomenleri yorumlayan tezlerdir. Bu dönemin en etkili isimlerinden biri, Galileo'nun da hocası olan Del Monte'dir.⁷⁹⁴ Galileo, tıpkı Del Monte gibi sarkacı zihinsel bir model olarak kullanarak, sarkacın uzunluğu ve periyodu arasındaki ilişkiyle dünyanın yarıçapı ve denizin gelgit periyodu arasında kurduğu ilişki arasındaki paralelitten faydalananak gelgitleri açıklamaya çalışır.⁷⁹⁵

Galileo 1581'de Pisa Üniversitesi'nde tıp eğitimi almaya başlamış, ama yarıda bırakıp 1585'de Floransa'ya ailesinin yanına dönmüştür. Orada, Toskana Dükü'nün askeri mühendisi ve matematikçisi (ve Tartaglia'nın takipçisi⁷⁹⁶) Ostilio Ricci'den Öklid geometrisi ve Arşimet mekaniği üzerine dersler almış, 1589 yılında Pisa Üniversitesine matematik profesörü olarak atanmıştır. Burada üç yıl hareket ve mekanik üzerine çalışmalar yapmış, daha sonra bu çalışmalar *De Motu* ismiyle yayımlanmıştır. Bu çalışmalarda Galileo, Aristotelesçi hareket teorisini, Arşimetçi akışkanlar mekaniği üzerinden tevil etmeye çalışır. Galileo'nun amacı, Tartaglia, Del Monte ve Benedetti'nin amacı gibi yatay atış hareketini analiz etmektir.⁷⁹⁷

Galileo *De Motu* 'yu, o dönemin teknolojik başkenti Venedik'e gittikten sonra kaleme almıştır. Bu dönemde Galileo ilgisini Aristoteles felsefesi eleştirisinden mekanik

⁷⁹³ Nicolo Tartaglia, "Various Questions and Inventions," *Mechanics in Sixteenth-Century Italy: Selections from Tartaglia, Bedenetti, Guido Ubaldo and Galileo*, ed. Stilman Drake and I. E. Drabkin (London: The University of Wisconsin Press, 1969), 98-99.

⁷⁹⁴ Büttner, Damerow and Renn, "Galileo's Unpublished Treatises," 109.

⁷⁹⁵ Büttner, Damerow and Renn, "Galileo's Unpublished Treatises," 113.

⁷⁹⁶ Drake and Drabkin, *Mechanics in Sixteenth-Century Italy*, 26.

⁷⁹⁷ Valleriani, *Galileo Engineer*, 12-20, ayrıca bkz: Mario Otto Helbing, "Mechanics and Natural Philosophy in Late 16th Century Pisa: Cesalpino and Buonamici, Humanist Masters of the Faculty of Arts", *Mechanics and Natural Philosophy Before The Scientific Revolution*, ed. W.R. Laird and S. Roux (Dordrecht: Springer, 2008), 185.

fenomenlerle ilgili istihkam, balistik ve gemi yapımıyla ilgili teknik problemlere çevirerek sıradan teknik çalışmalar yapar. Bu çalışmalar, antik mekaniğin hareket teorisine dönüşüm sürecini başlatan bilgilerin ne türde bilgiler olduğunu anlamak için anahtar niteliğindedir. Galileo'nun balistik üzerinden sarkaç ve eğik düzleme eğilmesi, bu teknik çalışmaların en açık göstergesidir.⁷⁹⁸

Galileo, geleneksel mekanik bilimiyle ilgili 1593 tarihli *Delle Macchine* ve 1599 tarihli *Le Mechaniche* olarak iki makale yazmıştır. Daha geç yazmış olduğu makale, daha öncekine dayanır ve onun geliştirilmiş ve genişletilmiş versiyonudur. Eserin ilk bölümü istihkam, ikinci bölümü ise denge ve onun uygulamalarıyla ilgilidir. Galileo bu eserinde mekaniği, insanlığın faydasına sonuçlar üretmek için doğal güçlerin yönlendirilmesi ya da yeniden organize edilmesi işi olarak tanımlar. Makaledeki en önemli tartışma Arşimet burgusu (*Archimedean screw*) ile ilgilidir, çünkü Arşimet bu basit makineyi kaldıraca değil eğik düzleme indirgeyerek açıklar.⁷⁹⁹ Galileo, top güllesinin hareketini eğik düzleme indirgemeye çalışmıştır. Fakat daha sonra olgunun çok karmaşık olduğunu düşünerek, top güllesinin havadaki parabolik hareketinin yatay ve dikey bileşenlerden oluşmasından hareketle, öncelikle serbest düşmenin (dikey hareketin) açıklanması gerektiğine karar vermiş ve ilgisini serbest düşmenin matematiksel düzenliliğini ortaya çıkarmaya çevirmiştir.⁸⁰⁰

3.3.2. Mekanik Fiziğin Metafizik Zemini

Galileo'nun 1592'den önce kaleme aldığı *De Motu* isimli eseri, ağır ve hafif cisimlerin hareketi üzerine bir çalışmadır. Galileo bu eserinde, fırlatılan cismin hızının, içsel temayül-dışsal direnç ilişkisini ifade eden klasik *impetus* tartışmalarını kendisine hareket noktası yapar. Galileo eserinde altı soru sorar ve üç tanesini cevaplamaya çalışır. Sorular: 1) Hareket yön değiştirdiğinde, yön değiştirme noktasında cisim sükûn eder mi? 2) Aynı büyüklük fakat farklı maddelerden yapılmış

⁷⁹⁸ Büttner, Damerow and Renn, "Galileo's Unpublished Treatises," 109-110, ayrıca bkz: Wisan, "Galileo's Scientific Method: A Reexamination," 6.

⁷⁹⁹ Valleriani, *Galileo Engineer*, 95-97, ayrıca bkz: Büttner, Damerow and Renn, "Galileo's Unpublished Treatises," 103.

⁸⁰⁰ Meli, *Thinking with Objects*, 60, ayrıca bkz: Carla Rita Palmerino, "Galileo's Theories of Free Fall and Projectile Motion as Interpreted by Pierre Gassendi, *The Reception of the Galilean Science of Motion in Seventeenth-Century Europe*, ed. C. R. Palmerino and J. M. M. H. Thijssen (Dordrecht: Springer, 2004), 147, ve bkz: Westfall, *Force in Newton's Physics*, 31.

cisimler aynı yükseklikten bırakıldıklarında, niçin hareketin ilk anında hafif olan ağır olandan daha hızlı hareket eder? 3) Niçin doğal hareket sürekli hızlanırken, zoraki hareket sürekli yavaşlar? 4) Niçin cisimler hava içinde, su içinde olduğundan daha hızlı düşerler? 5) Niçin bir top belli bir açıyla ateşlendiğinde daha uzağa gider? 6) Top ile ateşlendiğinde niçin ağır olan mermiler daha uzağa gider? Galileo burada birinci, üçüncü ve dördüncü soruları ele alır.⁸⁰¹

Galileo *De Motu*'ya, *impetus* teorisini serbest düşmeye uygulayarak başlar. Aristotelesçi dünya resminde bir taş, dışsal kuvvetlerden dolayı yere düşmez, aktif olarak doğal yerini aradığı için, içsel (doğal) temayüllerden dolayı yere düşer. Benzer şekilde göksel küreler dışsal kuvvetlerden dolayı hareket ettirilmez, ilk hareket ettiricinin aşkıyla içsel bir itkiyle hareket ederler.⁸⁰² *Impetus* teorisinde ise bir taşın havada tutulması, onun ağırlığının tersi yönde bir kuvvet uygulanması anlamına gelir; taş serbest bırakıldığında ona yüklenmiş olan yukarı kuvvet yavaş yavaş kaybolur ve cisim hızlanmaya başlar. Ne zaman ki bu *impetus* biter, o zaman cisim ivmelenmez ama sabit hızda (doğal hızında) hareketine devam eder.⁸⁰³ Fakat cisim yukarıya fırlatıldığında, ona geçici olarak hafiflik niteliği yüklenir ve cisim doğal olmayan hareket yapar.⁸⁰⁴

Çan, ona vuran nesne ile ses çıkartır; taş, onu hareket ettirenin ona yüklediği güç ile hareket eder. Çan, sessizliğinden mahrum olur, taş ise sükûnundan. Ses niteliği, onun doğal sessizliğine karşıt olarak çana yüklenir; *motive* nitelik, onun doğal sükûnuna karşıt olarak taşa yüklenir. Çekicinin teması ortadan kalkmasına rağmen nitelik çanda korunur, aynı şekilde hareket ettirici ile teması ortadan kalmasına rağmen nitelik taşa korunur. Ses niteliği çanda yavaş yavaş yok olur; *motive* nitelik yavaş yavaş taşa kaybolur.⁸⁰⁵ ... Fakat bu güç, hafiflik olduğu için, cismi hafif cisim olarak davrandırır... Sıcaklık demiri, ondaki soğukluğu ortadan kaldırarak kuşatır; fakat daha sonra sıcaklık

⁸⁰¹ Meli, *Thinking with Objects*, 52.

⁸⁰² Dijksterhuis, *The Mechanization of the World Picture*, 35.

⁸⁰³ Van Dyck, "An Archeology of Galileo's Science of Motion," 116, ayrıca bkz: Meli, *Thinking with Objects*, 53.

⁸⁰⁴ Margaret J. Osler, "Galileo, Motion and Essences", *The Scientific Enterprise in Early Modern Europe: Reading from Isis*, ed. Peter Dear (Chicago: The University of Chicago Press, 1991), 110.

⁸⁰⁵ Galileo Galilei, *On Motion and On Mechanics (De Motu)*, trans. I.E. Drabkin and Stillman Drake (Madison: University of Wisconsin Press, 1960), 79-80.

tükendiğinde cisim kendi sıcaklığına ulaşır. Taşın yukarıya doğru fırlatılmasından sonra onun hafif cisim gibi hareket ettiğini söylemek şaşırtıcı değildir.⁸⁰⁶

Galileo, yukarıda ifade edildiği üzere, top gülesinin hareketini matematiksel olarak tasvir etmek için ortaya koyduğu hareket teorisine dinamik bir temel oluşturmak için Arşimet'in *Akışkanlar Üzerine* isimli eserine yönelir. Galileo bu teoriyi dair bulgularını kozmosa teşmil edecektir.

Galileo 1612 tarihli *Discorso intorno alle Cose che Stanno in su l'Acqua* isimli kitabında, balmumu ile yapılan deneylerde önce balmumuna pek çok şekil vererek suyun içinde hiç batmadığı sonucuna ulaşır. Ama biraz kurşun eklendiğinde şekli ne olursa olsun balmumu suya batmaktadır; kurşun ortadan kaldırıldığında tekrar yüzmektedir. Aynı şekilde bir abanoz ağacını ele alan Galileo, abanoz ağacının suyun içine konulduğunda battığını, ama yüzeye bırakıldığında batmadığını ifade eder. Buna göre eğer abanozun yüzeyi kuru ise batmamakta, tümüyle ıslanmışsa batmaktadır. Sonuçta Aristoteles'in dediği gibi batmayı veya batmamayı belirleyen cismi oluşturan dört elementin birleşiminin sudan ağır olması değil başka bir şey olmalıdır. Galileo bunu, abanozun hava ile temasının oluşturduğu birlikteliğin sudan daha hafifi olmasına yol açtığını, hava ile cismin birlikteliğinin araya suyun girmesi ile kopmasından sonra abanozun battığını ifade ederek açıklar. Altıncı teoremden sudan daha ağır cisimlerin yüzeyleri genişletildiğinde hava ile temas yüzeyleri arttığından yüzmektedirler; on üçüncü teoride sudan daha ağır olan tüm cisimlerin, yüzeyleri ıslak olsun ya da olmasın, bunun yüzmelerine veya batmalarına bir etkisinin olmadığını ifade eder. Sonuç olarak Galileo yüzme veya batmanın katı cisimlerin yoğunluk farkından kaynaklandığı sonucuna ulaşır.⁸⁰⁷

Buna göre cismin ağırlığı, cismin içinde hareket ettiği ortama göre belirlenir. Bu durumda ağır, yani daha yoğun olan cisimlerin merkeze doğru düşeceği, onun altında kalan daha az yoğun nesneleri de yukarıya iteceği çıkarımı yapılır. O halde “doğal hareket” bu göreceli ağırlık-yoğunluk farkının ortaya çıkardığı bir olgudur. Yukarı

⁸⁰⁶ Galilei, *On Motion and On Mechanics (De Motu)*, 80-81.

⁸⁰⁷ Wisan, “Galileo’s Scientific Method: A Reexamination,” 16-18, ayrıca bkz: Westfall, *Force in Newton’s Physics*, 13-16, ve bkz: James MacLachlan, *Galileo Galilei: İlk Fizikçi*, çev. İnci Kalınyazgan (Ankara: TÜBİTAK, 2008), 17-18, ve bkz: Peter Machamer, “Galileo Galilei”, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2014 Edition), ed. E. N. Zalta, erişim 15.04.2016, <<http://plato.stanford.edu/archives/win2014/entries/galileo/>>.

hareket denilen şey, daha ağır-yoğun olan ortamın itici eyleminin sonucudur.⁸⁰⁸ Diğer bir deyişle tüm cisimler ağırdır, hafiflik ortamın cisme uyguladığı kaldırma kuvvetinden kaynaklanır.⁸⁰⁹

Galileo bu sonuca, ortam ile aynı yoğunluğa sahip cismin hareketsiz kalacağı, düşük yoğunluklu cismin yukarıya çıkacağı, büyük yoğunluklu cismin ise aşağı düşeceğine dair Arşimet'in hidrostatik teorisini kozmolojiye uygulayarak ulaşır. Burada temel ilke denge ilkesidir. Galileo şöyle der: “denge durumunda olduğu gibi hafif cisim, ağır ortam tarafından yukarıya itilir.” Denge, kuvvetin ağırlıkla ölçülmesi için nihai temeli sağlar. Eğer iki ağırlık bir kaldıraçta dengedeysen, bir tarafa bir ağırlık eklendiğinde, ağırlık eklenen taraf aşağıya doğru hareket edecektir. Doğal hareket durumunda ağır cisimlerin ortam içindeki hareketlerinin nedeni, kaldırıcının bir tarafındaki cismin ağırlığının, cismin hacmine eşit hacimde ortam ağırlığından büyük olmasından kaynaklanır. Galileo *De Motu*'da şöyle der: “Doğal hareket ve ağırlıklarda, cisimlerin karşılaştırılması için kaldıraç-denge ilkesi çok uygundur, doğal hareketi de bu paralellikten faydalanarak ispatlayabiliriz.”⁸¹⁰ Cisimler doğal yerlerine doğru gitme temayüllerinden dolayı değil, doğal dengeye ulaşmak için hareket ederler. Galileo dinamiğinin temelinde bu teori vardır. Galileo'nun ulaştığı sonuca göre hareketin nedeni göreceli yoğunluk farkıdır.⁸¹¹

Galileo bu belirlenimi desteklemek ve rakip Aristotelesçi teoriyi çürütmek için bir düşünce deneyi yapar. Buna göre bir ağır bir de hafif iki taş birbirine bağlı olarak serbest bırakılırsa, Aristotelesçi çerçevede, hafif taş ağır olan taşı yavaşlatması gerekir ve bu nedenle bu birleşik yeni taş, ağır olan taştan daha yavaş yere düşmelidir. Fakat bu birleşik taş aslında ağır olan taştan daha ağır olduğu için daha hızlı düşmesi gerekir. O halde Aristoteles'in aynı maddeden yapılmış iki cisimden ağır olanların hafif olanlardan daha hızlı düştüğüne dair tez çelişiktir.⁸¹²

Şu halde hareketin yönü, cismin içsel temayülünden kaynaklanmaz; bilakis ortam yoğunluğundan, yani cisme etkiyen dışsal güçten kaynaklanır. Boşlukta, harekete

⁸⁰⁸ Galilei, *On Motion and On Mechanics (De Motu)*, 16.

⁸⁰⁹ Meli, *Thinking with Objects*, 60.

⁸¹⁰ Westfall, *Force in Newton's Physics*, 17.

⁸¹¹ Wisan, “Galileo's Scientific Method: A Reexamination,” 7, ayrıca bkz: Van Dyck, “An Archeology of Galileo's Science of Motion,” 112, ve bkz: Machamer, “Galileo Galilei”.

⁸¹² Jammer, *Concepts of Mass*, 98-99.

müdahale eden ortam olmadığından dolayı, cisim doğal hareketini, yani ağırlığı-yoğunluğu tarafından belirlenen sabit hızlı hareketini yapacaktır.⁸¹³ O halde hareket edene temas eden bir hareket ettiriciye gerek de yoktur.⁸¹⁴ Galileo burada, Ortaçağ *impetus* teorisi tartışmalarında merkezi konumda duran içsel temayül-dışsal direnç ilişkisini değiştirir. Cisim, herhangi bir yöne doğru doğal bir hareket temayülüne sahip değildir ve bu hareket onun özüne dair herhangi bir çıkarım yapma imkânı vermez.

Galileo, geleneksel yöntem ve doğa tasavvurunu reddederken, aslında bir “birincil ilkeler” çokluğunu reddeder. Pitt, Galileo’nun bu ilkesine “evrensellik ilkesi” der; buna göre Galileo tek bir ilkenin, birbirine benzeyen pek çok sonucun nedeni olduğunu düşünür. Bu şekilde Galileo, canlı olmayan (*inanimate*) tüm nesneleri tek bir türe indirger ve Aristotelesçi dört neden doktrinini reddeder.⁸¹⁵ Diğer bir deyişle Galileo, iki cismin yere düşerken sergilemiş oldukları hareketlerin, bu cisimleri o şekilde hareket ettiren, onların ontolojilerinden kaynaklı iki ayrı nedenden kaynaklanmadığını, ama tek bir nedenden kaynaklandığını düşünür. Buna göre, gezegenlerin dairesel hareket etmesinin nedeni esir maddesinden, öte yandan yeryüzü nesnelerinin de doğrusal hareket etmesinin nedeni hava, ateş, toprak veya sudan yapılmış olmaları değildir. Gezegenleri dairesel, örnek olarak taşı doğrusal hareket ettiren neden tektir ve nesnelerin yapılmış olduğu maddeyle hiçbir ilgisi de yoktur.

Bu dönüşüm niteliksel hareketin niceliksel harekete indirgenmesinin en önemli adımıdır. Bu yeni hareket kavramı, Aristotelesçi doğa felsefesinde varsayıldığı gibi, uygulandığı cisimleri etkileyen bir “oluş” türü, bir “değişim süreci” olarak değil bir “durum” olarak yorumlanır. Çünkü Aristoteles için hareket, bir tohumun ağaç olmasından, bir insanın eğitilerek rasyonel olmasına kadar geniş bir perspektifte, potansiyel olanın aktüel hale gelme sürecini imleyen ontolojik bir süreçtir; dolayısıyla bir neden, bir hareket ettirici gereklidir. Galileo, kelimenin anlamını yer

⁸¹³ Osler, “Galileo, Motion and Essences,” 109.

⁸¹⁴ Van Dyck, “An Archeology of Galileo’s Science of Motion,” 115.

⁸¹⁵ Pitt, *Galileo, Human Knowledge and the Book of Nature*, 97.

değiştirme hareketine⁸¹⁶ indirgeyerek özsel hareketi⁸¹⁷ reddetmiştir. Onun için düzgün doğrusal hareketin bir nedene ihtiyacı yoktur; yatay bir zeminde cisim, eğer onu engelleyecek bir şey yoksa hareketine sonsuza kadar devam eder.⁸¹⁸ Dolayısıyla madde sükûna ulaşmak için çaba göstermez; çünkü özü harekettir. Yani hareketin kalıcı olması için sürekli bir devindiriciye gerek yoktur. Bu hareket durumu, hareketin niceliğinin korunumu yasasında olduğu gibi yok edilemezdir. Hareket ve sükûn ayırt edilemezdir; çünkü cisimler ancak sükûnda veya harekette oldukları uzaya ve birbirlerine göre sükûnda veya harekette olabilirler. Hareket, töze ilişen bir “araz” değil, cismin, diğer bir cisme ya da uzaya göre içinde olduğu bir “ilişki” biçimidir.⁸¹⁹

Galileo daha sonra, ulaştığı sonuçlara dayanarak, hareketin doğası ve niteliklerin ontolojisi üzerine geleneksel özcü varsayımları tümüyle reddeder.⁸²⁰ *Il Saggiatore* isimli eserinde, birincil ve ikincil nitelikler ayrımını benimseyerek klasik ontoloji eleştirisi yapar:

Ne zaman herhangi cismi veya maddi bir şeyi kavrasam, hemen onun sınırlı olduğunu düşünmem gerektiğini hissediyorum; bir şekle sahip olduğunu, diğer şeylerle ilişkisi bağlamında büyük veya küçük olduğunu, bir yer ve zamanda olduğunu, hareket halinde veya hareketsiz olduğunu, sayısal olarak bir veya birkaç tane olduğunu düşünüyorum. Bu durumda herhangi bir tözü hayalimle genişletemem. Öte yandan bu şey bir renge sahiptir, tadı acı veya tatlıdır, sesli veya sessizdir, bir kokusu vardır; ama aklım o şeyi algılamak bunları düşünmek zorunda değildir. Duyuların rehberliği olmadan akıl veya hayal asla böyle niteliklere ulaşamazdı. Sonuçta tat, koku, renk gibi nitelikler isimlerden başka bir şey değildir; eğer canlı varlık olmasaydı bu niteliklerin hiçbir olmazdı... Dışsal cisimler şekil, sayı, yavaş veya hızlı hareketten başka hiçbir niteliğe sahip değildir. Duyular tasfiye edilse bile, şekil, sayı ve hareket var olmaya devam edecektir. Duyusal nitelikler isimlerden başka bir şey değildir ve onları algılayan canlıdan ayrı değildir.⁸²¹

⁸¹⁶ Çünkü Galileo için fenomenal değişim, maddenin yerel hareketinin duyulara temas etmesi ile zihinde oluşur. Makro düzeyde cismin yerel hareketinin yasalılığı ile madde parçacıklarının yerel hareketinin yasalılığı özdeştir; bkz: Pitt, “Galileo: Causation and the Use of Geometry,” 190.

⁸¹⁷ Cizmin özü gereği belli bir yere yönelmesi.

⁸¹⁸ Westfall, “Mechanics,” 643-644.

⁸¹⁹ Koyre, *Bilim ve Devrim: Newton*, 17-21.

⁸²⁰ Osler, “Galileo, Motion and Essences,” 110-111.

⁸²¹ Aktaran Butts, “Some Tactics in Galileo’s Propaganda for the Mathematization of Science Experience,” 64-65.

Discorsi'de ise, doğal hareketi, özcü bir epistemoloji ile değil özcü olmayan bir epistemoloji ile ele alarak yeni bir hareket kavramı geliştirir.⁸²² Galileo şöyle der:

Sükûn halinde duran bir taşın düşmeye başlamasından sonra, hızının sabit bir şekilde arttığını gördüğüm zaman, bu artışların son derece yalın ve kolay bir biçimde meydana geldiğine neden inanmayayım? Düşen cisim de, dolayısıyla hareket ilkesi de aynı kalmaktadır. Diğer etmenler neden aynı şekilde değişmez kalsın? Diyacaksınız ki, o halde hız sabittir. Hayır! Deneyim, hızın sabit olmadığını, dolayısıyla hareketin düzgün olmadığını ortaya koyar. O halde düzgünlüğü ve yalınlığı hıza değil ivmeye yüklemeliyiz.⁸²³

Buna göre değişmez olan, cismin harekete olan içsel bir temayülü (özü) değil, hareketin ivmesidir. Peki ivmenin nedeni nedir? Galileo bunun üzerine konuşmayı reddeder.⁸²⁴ Bu nedenle Galileo, doğal bir düzenlilik olan ivmelenmenin sabit olduğunu söylemiş ama onun nedeni üzerine konuşmaktan çekinmiştir. Daha sonra Newton bu nedene kütle-çekim kuvveti diyecektir.⁸²⁵ Buna göre ivmenin ne olduğuna dair sorunun cevabı, *Il Saggiatore*'daki teorik çerçeveye bağlı kalınarak *Discorsi*'de şu cümlelerle verilir:

Mevcut durum, doğal hareketin ivmesinin nedenini araştırma zamanı değildir. Pek çok filozof bunun nedeni ile ilgili pek çok fikir ortaya koymuştur. Bazıları merkezin çekiminden kaynaklandığını, bazıları nüfuz edilecek ortam miktarının azalmasından kaynaklandığını, bazıları ise çevreleyen ortamın cisme uyguladığı baskıdan kaynaklandığını ifade etmektedir. Şimdi, tüm bu fanteziler ve bunların benzerleri incelenmelidir, ama buna değmez. Mevcut durumda bizim amacımız, nedeni ne olursa olsun ivmeli hareketin özelliklerini araştırmak ve tasvir etmekten ibarettir.⁸²⁶

Buna göre tüm cisimler aynı şekilde ivmelendiğinden, cismin düşme hızından veya yönünden, onun özüne dair herhangi bir çıkarım yapılamaz. Serbest düşme bir fenomendir, matematiksel olarak tasvir edilebilir ama cismin hareketi veya sükûnu, o cismin doğasına veya özüne dair hiçbir şey söylemez.⁸²⁷ Diğer bir deyişle hareket arazını taşıyan bir töz yoktur Galileo'nun şemasında, onun yerine hareketin bizatihi

⁸²² Osler, "Galileo, Motion and Essences," 108.

⁸²³ Galilei, *Dialogues Concerning Two New Science*, 161-162.

⁸²⁴ Osler, "Galileo, Motion and Essences," 107-108.

⁸²⁵ Lloyd Motz and J. Hane Weaver, *The Story of Mathematics* (New York: Avonbook, 1910), 134.

⁸²⁶ Galilei, *Dialogues Concerning Two New Sciences*, 166-167.

⁸²⁷ Osler, "Galileo, Motion and Essences," 110-111, ayrıca bkz: Cohen, *The Birth of a New Physics*, 86-89.

değişmez bir şekilde değişmesi vardır; değişmezlik kategorisi (töz), değişimi taşıyan statik bir yapı (birincil töz) değil, değişimi düzenleyen bir doğa yasasıdır. Hareketin ivmesi değişmez bir düzen ile değişmekte, cisim, maddesi ve büyüklüğü ne olursa olsun serbest düşmede hep aynı biçimde hızlanarak düşmektedir.⁸²⁸

Maddenin matematiksel niteliklerinin ortak olduğu ortaya konulduktan sonra, Galileo için maddeyi zorunlu bir unsur olarak bilimsel tartışma içinde tutmanın bir gereği yoktur,⁸²⁹ çünkü tüm cisimler aynı maddenin farklı biçimlerde yoğunlaşmalarından oluşuyorlarsa, o halde tüm cisimler boşlukta aynı hızla düşmelidir.⁸³⁰ Diğer bir deyişle ortam direnci ortadan kaldırıldığında, cisim doğal hareket, yani eylemsiz hareket yapacaktır. Çünkü cisimlerin farklı hızlarda düşmelerinin nedeni, havanın onlara uyguladığı kaldırma kuvvetinden kaynaklanır. Kaldırma kuvveti ortadan kaldırılırsa hepsi aynı hızda düşer.⁸³¹ Bu belirlenim *Discorsi*'de şu cümlelerle anlatılır:

Herhangi bir hız, bir kere cisme yüklendiğinde ve ivmelenmenin veya yavaşlamanın dışsal nedenleri ortadan kaldırıldığında, sürekli olacaktır. Bu durum yalnızca yatay düzlemlerde görülür. Eğimli yüzeyler söz konusu olduğunda, aşağıya doğru ivmelenme nedeni ve yukarıya doğru yavaşlama nedeni mevcut olduğundan dolayı hız sabit olmaz. Fakat yatay düzlemde hız sabittir, yok edilemez veya azaltılamazdır.⁸³²

Galileo, nedeni üzerine spekülasyon yapmadığı ivmelenmenin ve yavaşlamanın içsel değil dışsal kaynaklı olduğunu belirledikten sonra, bu dışsal nedenlerin ortadan kaldırıldığı bir düzlem hayal eder. Buna göre ortam sürtünmesiz olduğundan cisim bir kere hareket ettirildiğinde, Dünya yuvarlak olduğu için, cisim dairesel olarak sabit hızda sürekli olarak hareket edecektir. O halde Galileo için eylemsizlik hareketi daireseldir.

Galileo atış hareketinin parabolik bir yol izlediğini ve bu yolun iki bağımsız hareketin bileşkesi olduğunu söylemiştir: Dikey yönlü düzgün ivmeli hareket ve yatay yönlü düzgün doğrusal hareket. Galileo bu parabolik hareketin doğal, yani eylemsiz hareket olduğuna inanmıştır; yeryüzündeki atış hareketinin engellenmediği

⁸²⁸ Galilei, *Dialogues Concerning Two New Science*, 173-178.

⁸²⁹ Galilei, *Dialogues Concerning Two New Sciences*, 3.

⁸³⁰ Westfall, *Force in Newton's Physics*, 21.

⁸³¹ Meli, *Thinking with Objects*, 52.

⁸³² Galilei, *Dialogues Concerning Two New Sciences*, 215.

taktirde gezegenler gibi dairesel olacağını düşündüğünden dolayı da bir çekim fikrine sahip değildir.⁸³³ Yeryüzünde bir taş doğrusal hareket yapıyor görünse de aslında dairesel hareket yapmaktadır. Bu nedenle gezegenlerin neden dairesel hareket ettikleri sorusu anlamsızdır; çünkü tüm var olanların kendisinden yapıldığı madde parçacıklarının tek hareketi dairesel eylemsiz harekettir.

Görüldüğü üzere bir top güllesinin hareketini belirlemek için yola çıkan Galileo, önce serbest düşme üzerine klasik *impetus* teorisi bağlamında eğilmiş, bu teoriye dinamik bir temel oluşturmak için ise Arşimet'in hidrostatik teorisini kozmolojiye uygulamıştır. Galileo'nun ulaştığı sonuçlar şöyle özetlenebilir: İlk olarak hareket, bir hareket ettiriciye gereksinim duymaz; madde özü⁸³⁴ gereği hareketlidir. Bu nedenle dirençsiz ortamda tüm cisimler aynı hızda düşerler. İkinci olarak doğal hareket doğrusal değil daireseldir ve dikey (ivmeli) ve yatay (düzgün) iki bileşenden oluşur. Son olarak sabit ve değişmez olan hareketin yüklendiği birincil töz değil, hareketin ilkesi, yani ivmedir.

Bir sonraki bölümde, Galileo'nun bulgularını yorumlayarak bir *bütün* teklif eden Descartes'in mekanik felsefesi ve Newton'a uzanan sonuçları ele alınacaktır.

3.4. Mekanik Felsefe

Pseudo-Aristoteles'in *Mechanica*'sı, genel olarak somut ve hareketli makinelerle ilgilenirken, Arşimet mekaniği, makinelerin işleyişini geometriye indirgemeye çalıştığı için çok daha soyut ve matematikseldir. On altıncı yüzyılda Benedetti, Tartaglia ve Del Monte, bu iki geleneğin unsurlarını birleştirmeye çalışmışlardır. Bu sentezler, Aristotelesçi doğa felsefesine bir alternatif olarak düşünülmemiştir. Çünkü doğa felsefesi doğal şeylerle ve onların hareketlerinin ve sükunlarının ilkeleriyle, mekanik ise, insan yapımı olan şeylerle, makinelerle uğraşır. Bu iki alan çatışmak yerine birbirini tamamlar mahiyettedir. Bir orta bilim olan mekanik, hiç bir zaman tüm bir fiziğin alanını ele alma iddiasında olmamıştır. Fakat Galileo'nun bulgularını yorumlayarak *bütüne* teşmil eden on yedinci yüzyıl mekanik felsefesi, tüm doğal var

⁸³³ Meli, *Thinking with Objects*, 192.

⁸³⁴ Galileo cisimlerin özünü reddeder ama maddenin özünü kabul eder. Madde, özü gereği hareketlidir. Cisimleri farklılaştıran şey, cismi oluşturan form değil, madde parçacıklarının yerel hareketidir.

olanları açıklamak için mekanik modellerin kullanılması gerektiğini iddia eden bir programdır. Mekanik bilimi, Aristotelesçi doğa felsefesine bir alternatif değilken, mekanik doğa felsefesi bir alternatiftir.⁸³⁵

Mekanik felsefe için yersel ve göksel şeylerin yapıldığı uzamlı, bölünebilir ve nüfuz edilemez niteliksel anlamda bir madde vardır. Bu teori, Galileo'nun Ay altı ve Ay üstü ayrımını ortadan kaldıran *Sidereus Nuncius* (1610) isimli kitabından, serbest düşme yasasını ortaya koyduğu *Discorsi*'e kadar hızla artan bir şekilde kabul edilmiştir. On yedinci yüzyılın önde gelen isimlerinin pek çoğu bu çerçeveyi benimsemişlerdir. Doğal, sempatik ve antipatik güçler bu okul tarafından dışlandığı için, makro fenomenler, deterministik bir biçimde, mikroskopik parçacıkların mekanik özellikleri ve doğa yasalarına göre yaptıkları hareket ve etkileşimlerle belirlenirler. Sonuçta mekanik felsefenin genel anlamda konusu harekettir. Daha özelde ise kozmosta meydana gelen tüm değişimin etkin nedeni olarak yerel harekettir. Tek bir etkin nedenin (yerel hareket) yeterli olması, mekanik felsefeyi, herşeyin atomların biçim ve boşluktaki hareketlerinden oluştuğunu iddia eden antik atomcu miras ile bağlantılandırır.⁸³⁶

Okült nitelik tabiri, Aristotelesçi terminolojide duyusal niteliklerin karşıtı olan gezegen etkileri, manyetik güç ve bazı kimyasalların bedene etkileri için kullanılmıştır. Bu nedenle nitelikler okült ve *manifest* olmak üzere ikiye ayrılır. Okült nitelikler gizlidir ve ancak ortaya çıkardıkları etkiler duyusal olarak algılanır; bu sonuçların nedenleri insan aklının kapsamı dışındadır. Deneyi ön gerektiren izole edilmiş ortamın yokluğunda gerçekleştirilen özensiz deneylerin raporları, bu okült niteliklerin neden sonuç ilişkisinin düzensiz olduğunu göstermektedir. Bu düzensizlik, okült niteliklerin bilgisini bilimin dışında gören Aristotelesçiliği haklılaştırmıştır; çünkü Aristotelesçi *Scientia* evrensel zorunlu nedenlerin bilgisidir.⁸³⁷

⁸³⁵ Garber, "Remarks of the Pre-history of the Mechanical Philosophy," 9.

⁸³⁶ Machamer, McGuire and Kochiras, "Newton and the Mechanical Philosophy," 372-373, ayrıca bkz: Schuster, "Waterworld," 37-39, ve bkz: Meli, *Thinking with Objects*, 135, ve bkz: Westfall, *Force in Newton's Physics*, 61.

⁸³⁷ Keith Hutchison, "What Happened to Occult Qualities in the Scientific Revolution?," *The Scientific Enterprise in Early Modern Europe: Reading from Isis*, ed. Peter Dear (Chicago: The University of Chicago Press, 1991), 87-89.

Descartes *Principia*’da manyetizmanın nedenini tartıştıktan sonra, benzer biçimde diğer okült niteliklerin de açıklanabileceğini ifade eder: “... okült nitelik diye bir şey yoktur; sempati ya da antipatinin etkileri diye bir şey yoktur; doğada mekanik felsefenin ilkeleri ile açıklanamayacak hiçbir olgu yoktur.”⁸³⁸ Her bir okült nitelik iddiası mekanik olarak gerçekleşir. Descartes duyuşal nitelikler için de aynı şeyi düşünür; ona göre tüm nitelikler görünmez parçacıkların hareketlerinin sonucunda gerçekleşir. Dolayısıyla Descartes için okült ve manifest nitelik ayrımı gereksizdir. Tüm nitelikler okült niteliklerdir; çünkü insan aklına doğrudan giren hiçbir nitelik yoktur. Descartes’a göre algılarımızın işlevi gerçekliğin resmini vermek değildir.⁸³⁹

On yedinci yüzyılda, doğa açıklaması için nedenlere ve okült niteliklere yapılan vurgu azalmış, onun yerine hareket yasaları kavramına yapılan vurgu artmıştır. Galileo hareketin düzenli örüntüsünü ortaya koyar. Descartes ise üç doğa yasasından, cisimlerin çarpışmalarındaki düzenli örüntüyü çıkarsar. Mekanik felsefe sadece Aristotelesçiliğin reddine ve tek madde teorisinin kabulüne dayanmaz, aynı zamanda hareketin temel etkin neden olduğunu ve hareketin düzenliliklerinin niceliksel yasalar olarak ifade edilebileceği iddiasına dayanır.⁸⁴⁰

Mekanik felsefeye göre madde pasif değildir; çünkü durumunu muhafaza etmekte, ona etkiye güce direnç göstermektedir. Bu nedenle maddeyi harekette tutacak bir güce (form) gereksinim yoktur. Westfall’ın işaret ettiği gibi mekanik felsefenin aktif ilkeleri (formları) reddetmesinin nedeni, onun doğa açıklamasının eylemsizlik ilkesine bağlı olmasından kaynaklanır.⁸⁴¹ Descartes *Le Monde*’de şöyle der: “Onlar, bir taşın hareketine devam etmesinin nedenini soruyorlardı; fakat asıl sorulması gereken soru taşı neyin durdurduğuydu.”⁸⁴² Descartes için hareketin niceliğinin korunumu, Newton için ise momentumunun korunumu yasalarının imlediği gibi, hareket, çarpışmalarla (itme ve çekmelerle) bir cisimden diğerine aktarılabilir ama yok edilemez.

⁸³⁸ Descartes, “Principles of Philosophy,” 278-279.

⁸³⁹ Hutchison, “What Happened to Occult Qualities in the Scientific Revolution?,” 95-96.

⁸⁴⁰ Machamer, Mcguire and Kochiras, “Newton and the Mechanical Philosophy,” 373.

⁸⁴¹ Richard S. Westfall, *Modern Bilimin Doğuşu*, çev. İsmail H. Duru (Ankara: Tübitak, 2008), 38-39.

⁸⁴² Aktaran Sarnowsky, “Concept of Impetus and the History of Mechanics,” 123, ayrıca bkz: Westfall, “Mechanics,” 646.

Zihinsel modeller, parçalardan bütüne asla ulaşamayacağı için, filozofun *bütün* olarak formüle ettiği mekanizmadır. Bu mekanizmadan yapılan çıkarımların tecrübeyle çelişmesi durumunda, modeli revize etmek yerine, modelin gerektirdiği sonuçla karşılaşılmasının nedenleri soruşturulur. Mekanik felsefe, Greklerin yaptığı gibi animistik model yerine mekanik model ile doğaya yaklaşır.⁸⁴³ Klasik doğa felsefesi mıknaatısın bir ruhu olduğunu kabul ederken, Descartes bunu vida şekilli parçacıklarla açıklar. Descartes’a göre canlı hayvanlar bile ruh sahibi değildirler; onlar vida ve yaylardan değil, kas ve kemikten yapılmış makinelerdir. Descartes *Meditationes*’da şöyle der:

İnsan bedenini de sinirlerden, kaslardan, damarlardan, kan ve deriden yapılmış olan ve eğer onda hiçbir akıl olmasaydı bile şimdi iradenin denetimi olmaksızın ve dolayısıyla aklın yardımı olmaksızın, ama yalnızca organlarının düzenlenişi yoluyla devindirildiği zaman yaptıkları ile aynı devinimleri yerine getirecek bir tür makine olarak görebilirim.⁸⁴⁴

Harvey’in tıbbi çalışmalarından haberdar olduğu anlaşılan, kendisi de sinir sistemi fizyolojisi üzerine çalışan Descartes, hayvanların doğa yasalarına göre çalışan otomatlar olduğunu düşünmüştür. “Düşünüyorum, o halde varım” önermesindeki “düşünen şey” (*res cogitans*), insanın bedensel varlığından tümüyle bağımsız olan ve evrende doğa yasalarına tabi olmayan, bu nedenle özgür irade sahibi olan tek varlıktır. İnsan bedeni bir ruha-akla sahiptir ama onu canlı yapan ve hareket ettiren şey akıl-ruh değildir; çünkü insanın bedeni otomattır. *Res cogitans* (gayr-ı maddi töz) maddeden tümüyle ayrıdır; sadece insanda bulunur ve dolayısıyla fizik ruha referans verilmeden yapılmalıdır.⁸⁴⁵ Beden bir makine gibidir ve onu harekette tutacak herhangi bir gayr-ı maddi unsura gereksinim yoktur. Duhem, bu fikrin klasik felsefe ile modern bilim arasındaki en temel ayrım olduğunu altını çizerek.⁸⁴⁶

Aristoteles *Hayvanların Hareketi* isimli eserinde, hayvanlar ile otomatik kuklalar arasında bir karşılaştırma yapar. Buna göre kuklaların küçük bir hareketi için tellerin serbest bırakılmasına, kanca ve vidaların birbirine geçmesine gerek vardır. Benzer

⁸⁴³ Hesse, *Forces and Fields*, 101.

⁸⁴⁴ Descartes, “İlk Felsefe Üzerine Meditasyonlar,” 192.

⁸⁴⁵ Hesse, *Forces and Fields*, 104; ve ayrıca bkz: Ahmet Cevizci, *On Yedinci Yüzyıl Felsefesi* (İstanbul: Say, 2013), 149-233

⁸⁴⁶ Jammer, *Concepts of Force*, 53.

şekilde oyuncak bir vagona bir çocuk biner ve ileri geri hareket ettirir; çünkü eşit olamayan çapları ile tekerlekler bir çember hareketi yapar. Hayvanlar da organlar, sinirli tendonlar ve kemikler gibi benzer türde parçalara sahiptir; kemikler vidalar ve demirler gibi, tendonlar ise ipler ve teller gibidir. Fakat kuklalar ve vagonlarda niteliksel değişim olmaz; ama hayvanlardaki aynı parçalar büyüme ve küçülme gücüne sahiptir.⁸⁴⁷ Çünkü sadece canlı bedenindeki değişimler nitelikseldir ve bu canlı şeylerle otomatlar arasındaki farktır.⁸⁴⁸ Küçük etkilerin farklı türde değişimler meydana getirmesi, Aristoteles için kaldırma hareketi ile canlı hareketi arasındaki analogiye ilave bir açıklama gerektirir. Bu ilave ise canlı bedeninin sahip olduğu bir kapasitedir. Bu kapasite, bir kere büyütüldüğünde, niteliğin ötesinde diğer kategorilerdeki değişimlere de yol açar.⁸⁴⁹

Benzer şekilde Aristoteles *Fizik*'te, doğal olanı yapay olandan ayırır ve doğal olanın içsel değişim ilkesine sahipken yapay olanın sahip olmadığını söyler.⁸⁵⁰ *Hayvanların Oluşumu* isimli eserinde ise “sanat için başlangıç noktası ve eserin formu o eserin içinde değil başka bir şeydedir (sanatçıdadır). Öte yandan doğal hareket o şeyin içindedir”⁸⁵¹ diyerek doğa ile sanat arasındaki ayrımı, değişim ilkesinin içsel ve dışsal kaynaklı olması üzerinden yapar. Onun haricinde doğal ve yapay süreçler paraleldir.⁸⁵²

Aristoteles'e göre dışsal neden, organizmayı varlığa getirici neden olmak için yeterli değildir. Her ne kadar ilk hareket ettiricinin diğerini hareket ettirmesi, onun da diğerini hareket ettirmesi, otomatik kuklalarda olduğu gibi niceliksel hareketi açıklasa da niteliksel değişimi açıklayamaz.⁸⁵³ Niteliksel değişimin nedeni doğadır (*phûsis*).⁸⁵⁴ Aristoteles otomat ile embrioyu karşılaştırır; sperm maddeye ilk hareketi vermiştir ama artık hareket halindeki madde ile temasta değildir. Sperm içsel hareket dizisini başlatıcısıdır ama aktüaliteye doğru hareketin devam ettiricisi değildir. O

⁸⁴⁷ Aristotle, “Movement of Animals,” *The Complete Works of Aristotle Vol. 1.*, trans., A.S.L. Farquharsan, ed., J. Barnes (New Jersey: Princeton University Press, 1991), 701b2-33.

⁸⁴⁸ Aristotle, “Movement of Animals,” 701b13-16.

⁸⁴⁹ De Groot, “Dunamis and the Science of Mechanics,” 62.

⁸⁵⁰ Aristoteles, *Fizik*, 192b8-32.

⁸⁵¹ Aristotle, “Generation of Animals,” *The Complete Works of Aristotle Vol. 1.*, trans E. S. Forster, ed. Jonathan Barnes (New Jersey: Princeton University Press, 1991), 735a2-4.

⁸⁵² Aristoteles, *Fizik*, 199a13-18.

⁸⁵³ Aristoteles, *Fizik*, 211a18.

⁸⁵⁴ Aristoteles, *Fizik*, 192b.

halde sükûn halinde madde içinde gizli bir güç vardır. Embriyolojik gelişim içinde, sükûn halde olan parçalar hareket etmeye hazırdır. Fakat otomatlar durumunda bu potansiyel güç, yani kaldırma hareketini meydana getiren dairesel hareket, parçaların düzenlenişinde mevcuttur.⁸⁵⁵

Görüldüğü üzere Aristotelesçi çerçeve, canlı bedenindeki niteliksel hareketin açıklanamamasından dolayı, otomatlarla canlı bedenleri arasında bir analogi yapılamayacağını iddia eder. Bu çelişkiyi aşmak için mekanik felsefe birincil ve ikincil nitelikler ayırımına gitmiştir. Buna göre birincil nitelikler madde ve harekettir; ikincil nitelikler ise niteliksel değişimlerdir. Bu çerçeveye göre aslında niteliksel değişim yoktur⁸⁵⁶, asıl olan yerel harekettir. O halde canlı bedenler ile makineler arasında nitelikçe bir fark yoktur⁸⁵⁷; dolayısıyla doğa ile makineler arasında analogi yapılabilir.

Aristotelesçi şemaya göre “şey”, *doğa* ve *teknik* olarak karakterize edilir. Dolayısıyla hareketin ilkesi kendinde olan varlıkların bilgisi fizik, hareketin ilkesi kendisinin dışında olan varlıkların bilgisi tekniktir (sanat).⁸⁵⁸ Bu nedenle doğal hareketin (*kata physin*) nedeni içerde, zoraki hareketin (*para physin*) nedeni dışardadır.⁸⁵⁹ Galileo’nun “içsel temayülü” ortadan kaldıran çalışmaları ile birlikte klasik anlamda doğa bilgisi tümüyle teknik bilgiye indirgenmiştir; çünkü nedeni cisme içkin olan bir hareket yoktur. Eğer madde, Aristoteles’in varsaydığı gibi tümüyle pasif olursa, Aristoteles’in embriyo örneğinde ifade ettiği gibi niteliksel değişim açıklanamaz hale gelir ve içsel bir temayül-form varsayılması zorunlu olur. Fakat mekanik felsefe için madde doğal olarak eylemsizdir, her etkiye bir tepki gösterir ve momentumunu korur. Dolayısıyla kendisini hareket ettirmek isteyen veya hareketini durdurmak isteyen nedene karşı direnç gösterir.

Maddenin doğası gereği sahip olduğu bu niteliklerin ilki olan eylemsizlik ilk defa Galileo tarafından ortaya konmuştur. Galileo için bir cisim “dengeye” ulaşınca

⁸⁵⁵ Aristotle, “Movement of Animals,” 734b3-18.

⁸⁵⁶ Descartes, “Principles of Philosophy,” 208-209.

⁸⁵⁷ Descartes, “Principles of Philosophy,” 288.

⁸⁵⁸ Heidegger, “Matematik ve Metafizik,” 55-57, ayrıca bkz: Aristoteles, *Fizik*, 199a8-20.

⁸⁵⁹ Aristotle, “Generation of Animals”, *The Complete Works of Aristotle Vol. 1.*, trans E. S. Forster, ed. Jonathan Barnes (New Jersey: Princeton University Press, 1991), 735a2-4, ayrıca bkz: Schiefky, “Art and Nature in Ancient Mechanics,” 72 ve 75.

kadar ivmelenir, sonrasında eğer sürtünme yoksa sabit hızla dairesel hareket yapar. Psuedo Aristoteles'in dediği gibi, hareket eden cisim, kaldıraçtaki cisim gibi parabolik yol izler ve bunun nedeni de dikey ve yatay bileşenlerin eşitsizliğidir. Yatay bileşeni düzgün doğrusal hareket, dikey bileşeni de ivmeli hareket olarak tespit eden Galileo, dikey hareketi hız-zaman grafiği olarak resmetmiş ve serbest düşme yasasına ulaşmıştır. Hareketin ölçümü zaman olduğu için, ilişkideki bağımsız değişken süre, bağımlı değişken yer değiştirme, yani uzay olacaktır.⁸⁶⁰

Tezin ikinci bölümündeki tartışmanın göstermiş olduğu gibi, uzay ve zaman araz kategorisinden çıkartılmış ve kendi başlarına gerçeklik sahibi varlıklar olarak konumlandırılmışlardır. Bundan sonraki adım, cismin hareketinin koordinatlarını belirlemektir ki, bu işi Descartes yapacaktır (analitik geometri). Kartezyen koordinat sistemi, cebir ve geometri arasındaki kavramsal köprüdür. Koordinat sistemini geometrik bir yüzeye yerleştirmek ve her bir sayı çiftine bir geometrik nokta tayin etmek, cebirsel denklemleri düzlemsel eğriler olarak ifade etme imkânı verir. İki değişkenli cebirsel bir denklemin eğri oluşturması analitik geometrinin temel ilkesidir. Öklid geometrisi sadece belirli eğrilerle ilgilenmiştir; fakat analitik geometri düzlem üzerindeki her türlü eğriyi cebirsel olarak ifade etme ve cebirsel olarak ifade edilen her eğriyi düzlem üzerine çizme imkânı verir.⁸⁶¹ Buna göre cisim uzayda zamansal olarak hareket eder. Nitekim Descartes metafiziği için cisim, bükülmeye uğramışlığı bakımından uzamsal, hareket ise düzenleniş ilkesi olmak bakımından zamansaldır. Uzay ve zaman, kartezyen koordinat sisteminin iki koordinatı tarafından temsil edilirler.

Beeckman ve Descartes, düşen taşın niçin ivmelendiği, hareketin korunup korunmadığı ve farklı kaplardaki sıvıların ağırlığının ne olabileceği üzerine sorularla uğraşmışlardır. Bu sorular bazen mekanik olarak, bazen de fiziko-matematik olarak isimlendirilmiştir.⁸⁶² Descartes maddeyi uzama indirgendiğinden fiziğini de geometriye indirgemıştır. Bu nedenle geometride olduğu gibi fizikte de sezgisel ilk ilkelere hareket edilmelidir.⁸⁶³

⁸⁶⁰ Galilei, *Dialogues Concerning Two New Science*, 173-178.

⁸⁶¹ Tabak, *Mathematics and the Laws of Nature*, 75.

⁸⁶² Roux, "Cartesian Mechanics," 28.

⁸⁶³ Roux, "Cartesian Mechanics," 30, ayrıca bkz: Koyre, *Bilim ve Devrim: Newton*, 97.

Garber'e göre Descartes'ın bir mekanik kitabı yazmamasının nedeni, ağırlık kavramına bağlı olan mekaniğin veya Galileocu yeni bilimin Kartezyen doğa felsefesine ters olmasındandır. Descartes kendi ağırlık kavramını geliştirememiştir, çünkü maddenin hareketini değerlendirebileceği deneyler yapmamıştır.⁸⁶⁴ Bu nedenle Descartes fiziğinin temelinde hız değil uzam vardır. Çünkü Descartes hareketi uzama, dolayısıyla hızı da uzama indirgemıştır.⁸⁶⁵ Bu belirlenim Descartes'ı Galieocu yeni bilime eklemlenmesine engel teşkil etmiştir.

3.4.1. Mekanik Felsefenin Modelleri ve İlkeleri

Aristotelesçi çerçevede bir orta bilim olarak mekanik, doğal olguların değil basit makinelerin çalışma biçiminin geometrik formunu araştırır. Fakat Pseudo-Aristoteles *Mechanica*'da, yukarıda da zikredildiği gibi, kaldırıcı pek çok doğal fenomenin açıklaması için kullanır. Mekanik felsefe bu çerçeveyi aynen devam ettirecektir.⁸⁶⁶

Descartes için fizikten elde edilen bilgi, pratiğe döküldüğünde insan yaşamını geliştiren nedensel bilgidir. Bu bilgi, insanın doğal düzenlilikleri yönlendirerek ya da yeniden organize ederek istediği sonuçları alması için donanım sağlar.⁸⁶⁷ Diğer bir deyişle Descartes, klasik felsefenin, sanatların “nasıl”ına rehberlik eden teorik bilgi olarak kavramsallaştırdığı doğal düzenliliklerin bilgisine fizik demektedir.⁸⁶⁸ Descartes'ın *bütüne* dair formülasyonu, doğal düzen ile makinelerin düzeni arasında özdeşlik varsaydığı için, doğa bilgisi (fizik) ile makine bilgisi (mekanik) de özdeşleşir.⁸⁶⁹ Aristoteles'in sanat ürünleri ile doğal ürünler arasında yapmış olduğu ayrımı kaldıran Descartes için mekanik, fiziktir.⁸⁷⁰ Descartes, *Principia*'da şöyle der:

Sanat yapımı şeyler bana oldukça yardımcı oldu, çünkü onlarla doğal şeyler arasında herhangi bir fark görmüyorum. Tek istisna şudur ki, sanat yapımı şeylerdeki süreçler büyük oranda, duyarlarla kolayca algılanan araçlarla gerçekleşir. Bu açıkçası zorunludur çünkü bu şeyleri insan yapar. Buna karşın doğal sonuçlar neredeyse her zaman duyarlarımızca algılamayan yapılara bağlıdır. Dahası mekanik, fiziğin özel bir

⁸⁶⁴ Roux, “Cartesian Mechanics,” 56.

⁸⁶⁵ Roux, “Cartesian Mechanics,” 57.

⁸⁶⁶ Hattab, “From Mechanics to Mechanism” 101.

⁸⁶⁷ Gideon Manning, “Descartes' Healthy Machines and the Human Exception,” *The Mechanization of Natural Philosophy*, ed. D. Garber and S. Roux (Dordrecht: Springer, 2013), 244.

⁸⁶⁸ Hattab, “From Mechanics to Mechanism,” 114-116.

⁸⁶⁹ Roux, “Cartesian Mechanics,” 30.

⁸⁷⁰ Hattab, “From Mechanics to Mechanism,” 104.

durumu, bir bölümüdür ve mekaniğe ait tüm açıklamalar aynı zamanda fiziğe aittir. Dolayısıyla mekanikle yapılan bir saat, ya da zamanı söyleyen çarklar tümü, bir tohumdan çıkıp meyve veren bir ağaçtan farklı değildir. Makinelerle uğraşan bir insan, işleyişini bildiği bir otomatı alıp onun belli parçalarına bakarsa, görmediği diğer parçaların nasıl dizayn edildiğini anlayabilir. Aynı şekilde benim niyetim, doğal şeylerin bazı parçalarının ürettiği gözlemlenebilir sonuçlardan hareketle, bu sonuçları üreten ve duyularla algılanamayan nedenleri belirlemektir.⁸⁷¹

Descartes’a göre sanatsal olan ile doğal olan arasındaki tek fark boyut farkıdır. Sanatçı tarafından yapılan makineler büyüktür ve görülebilirdir ama doğanın yaptıkları küçük ve genellikle görünmezdir. Fakat bir saatin hareketi ile bir ağacın büyümesi arasında ilkesel olarak fark yoktur. Mekanik felsefenin amacı, bu nedenle, genelde mikroskopik olan, doğal olguların ardında gizlenen ve araştırmacının, o olgunun nasıl gerçekleştiğini açıklamasını sağlayan farklı türdeki makinelerin üzerindeki örtüyü kaldırmaktır.⁸⁷² Descartes, *Principia*’da şöyle der: “Cisimlerin şekilleri, hareketleri, büyüklükleri ve karşılıklı etkileşimlerinin zorunlu sonuçlarını, günlük güvenilir deneyimle doğrulanan mekaniğin yasalarına göre araştırdım.”⁸⁷³ Benzer şekilde Huygens doğal fenomenler, geometrik doğrular ve makineler arasında bir ayrım yapmaz. Bu nedenle onun için geometrik hesaplamalar deneysel ölçümlerle, geometrik sonuçlar ise doğa yasalarıyla özdeştir.⁸⁷⁴

Aristotelesçilik, zamandan ve hareketten ari olan matematiksel uzay ile zamana ve harekete tabi olan fiziksel uzayı tümüyle birbirinden ayırır. Descartes için ise fiziksel ve matematiksel uzaylar arasında böyle bir ayrım yoktur; ona göre nesnelerini sadece düzen ve ölçü bakımından ele alan matematik, fiziksel hareketi de ele alabilir. Fizik ve matematik aynı nesneyle ilgilenir; sadece kiplik yönünden ayrılırlar; ilki olanı, ikincisi olması gerekeni tasvir eder.⁸⁷⁵ Nitekim Descartes, *Çarpışma Kuralları*’ndaki öngörülerin gözlemle uyuşmamasını, gerçek dünyada mükemmel derecede sert

⁸⁷¹ Descartes, “Principles of Philosophy,” 288-289.

⁸⁷² Meli, *Thinking with Objects*, 138; ve ayrıca bkz: Roux, “Cartesian Mechanics,” 29-34.

⁸⁷³ Descartes, “Principles of Philosophy,” 286; ve ayrıca bkz: Hattab, “From Mechanics to Mechanism,” 99.

⁸⁷⁴ Cheistiane Vilain, “Christiaan Huygen’s Galilean Mechanics”, *The Reception of the Galilean Science of Motion in Seventeenth-Century Europe*, ed. C. R. Palmerino and J. M. M. H. Thijssen (Dordrecht: Springer, 2004), 197-198.

⁸⁷⁵ Frederic De Buzon, “Beeckman, Descartes and Physico-Mathematics”, *The Mechanization of Natural Philosophy*, ed. D. Garber and S. Roux (Dordrecht: Springer, 2013), 158.

cisimlerin ve izole edilmiş ortamların olmamasıyla açıklar. Bu yaklaşım Galileo'nun "kusurlu madde" savunusuyla aynıdır; Galileo teori ile gözlem arasındaki çelişkiyi, maddenin kusurlu oluşuyla açıklamıştır.⁸⁷⁶ Bu kusurluluk ise dirençtir; maddenin kendisine etkiyen kuvvete göstermiş olduğu tepkidir (Newton'un ikinci doğa yasası).

3.4.2. Mekanik Modeller ve Hareket

Descartes'in matematik öğretmeni olan ve onun üzerinde derin bir etki bırakan Isaac Beeckman, doğa felsefesine mikro-mekanik olarak yaklaşan ilk isimlerden biridir. Aristotelesçi ve Yeni-Platoncu gayr-ı maddi nedenleri ve formları akıl edilemez ve doğa felsefesinde kullanışsız bulan Beeckman, tüm doğal fenomenlerin-değişimin, mikro parçacıkların şekil, büyüklük ve hareketiyle açıklanması gerektiğini düşünür.⁸⁷⁷ Ona göre hareket, sonu olan bir süreç değil, atomların yalın durumudur; bu nedenle içsel bir hareket ettirici ilke yoktur.⁸⁷⁸ Beeckman'ın eylemsizlik kavramı tanımına göre, hareket bir kere cisme yüklendiğinde, dışsal bir dirençle karşılaşmadığı sürece var olmaya devam eder. Dışsal bir direnç yok ise hareketin sona ermesi için de bir neden yoktur.⁸⁷⁹

Beeckman'a göre doğa araştırmasında model olarak alınacak şeyler basit makinelerdir. Ona göre basit makineler, teolojik süreçlere, okült varlıklara veya gayr-ı maddi nedenlere başvurmaz.⁸⁸⁰ Dolayısıyla doğa araştırmasının ilkeleri, makro fenomenlerin mekanik ilkelerinin belirlenmesiyle, bu ise basit makinelerin çalışma mekanizmasının çözümlenmesiyle mümkündür.⁸⁸¹ Bunun için Beeckman, Pseudo-Aristoteles'in *Mechanica*'sını takip ederek, hareketin niceliğini, kaldıraçtaki cismin ağırlığı ile cismin potansiyel veya aktüel anlık eğrisel yer değiştirmesinin çarpımı olarak belirler. *Mechanica*'ya göre kaldıraçtaki denge, ağırlıklar ile hızların çarpımının eşitliğidir. Kaldıraç durumunda, *Mechanica*'da belirlendiği gibi, kaldıraç

⁸⁷⁶ Meli, *Thinking with Objects*, 154-155; ve ayrıca bkz: Wisan, "Galileo's Scientific Method: A Reexamination," 8.

⁸⁷⁷ Roux, "Cartesian Mechanics," 27.

⁸⁷⁸ John Schuster, *Descartes-Agonistes: Physico-mathematics, Method and Corpuscular-Mechanism 1618-1633* (Dordrecht: Springer, 2013), 106-107.

⁸⁷⁹ Schuster, *Descartes-Agonistes*, 109

⁸⁸⁰ Schuster, *Descartes-Agonistes*, 106.

⁸⁸¹ Schuster, "Waterworld," 57-58, ayrıca bkz: Schuster, *Descartes-Agonistes*, 104.

kollarının uzunlukları ile cismin birim zamanda taradığı eğrisel uzunluk, yani hız arasında bir doğru orantı söz konusudur.⁸⁸²

Descartes, hocasını takip ederek hareketin niceliğinin (ağırlık ile hızın çarpımının) her daim korunduğunu iddia etmiştir. Ona göre maddeye yüklenen nicelik (Newton'da momentum) yok olmaz, sadece transfer edilir. Bu nedenle fiziksel fenomenler, başka bir cismin hareketinin etkisinden meydana gelir. Evrendeki hareket miktarı her daim sabittir ve hareket sürekli madde parselleri arasında dolaşır.⁸⁸³ Bu dolaşım için gerekli olan şey mekanik temastır. Bir cismin hareket etmesi, ancak başka bir cismin hareket durumunu değiştirmesi ile mümkündür. Bu nedenle asıl araştırılması gereken şey çarpışmalarda cisimlerin nasıl davrandıklarıdır.⁸⁸⁴

Descartes, *Çarpışma Kuralları*'nda, farklı koşullardaki hız-ağırlık oranlarını belirlemeye çalışır. Kurallardan önce Descartes doğa yasalarını ortaya koyar: 1) Uzam-maddenin her bir parçası, herhangi bir kuvvet uygulanmadıkça durumunu muhafaza eder. 2) Bir cisim ikinci bir cismi ittiğinde, ilk cismin kaybettiği hareket miktarı ikincisi tarafından elde edilir. 3) Evrendeki hareketin niceliksel miktarı her daim sabittir.⁸⁸⁵

Bu yasalara göre hareket eden mükemmel derece sert ideal cisimlerin farklı durumlardaki hız ve ağırlık ilişkileri şu şekildedir: 1) Eşit hıza ve zıt yönlerde sahip iki cisim B ve C, çarpıştığında eşit ve zıt yönlerde geri tepeceklerdir. 2) Birinci kuralda, B'nin C'den daha büyük olduğu durumda, C aynı hızla geri tepecek, B hiçbir şekilde etkilenmeden hareketine devam edecektir. Sonuçta aynı hızlarla aynı doğrultuda hareketlerine devam edeceklerdir. 3) B ve C eşit büyüklükte, B, C'den daha hızlı olduğu durumda, çarpışmadan sonra iki cisim de B'nin doğrultusunda, çarpışmadan önceki hızlarının ortalama hızında hareketlerine devam ederler. İlk üç kural zıt yönlerde hareket eden cisimlerle ilgilidir. Sonraki dört kural C'nin sükun halinde, B'nin hareketli olduğu durumlarla ilgilidir. 4) C, B'den büyükse, B'nin hızı ne olursa olsun çarpışmadan sonra C hareket etmeyecek, B aynı hızla geri tepecektir.

⁸⁸² Schuster, "Waterworld," 58.

⁸⁸³ Descartes, "Principles of Philosophy," 240.

⁸⁸⁴ Westfall, *Force in Newton's Physics*, 60.

⁸⁸⁵ Descartes, "Principles of Philosophy," 240-242.

5) C, hareketsiz ve hareket eden B'den küçük olduğu durumda, çarpışmadan sonra aynı doğrultuda ve $\frac{Bv}{B+C}$ hızında (v , B'nin çarpışmadan önceki hızı olmak üzere) hareket ederler. 6) B ve C eşitse, çarpışmadan sonra B, hızının dörtte üçlük kısmıyla geri teper, C ise B'nin dörtte birlik hızıyla hareketine devam eder. 7) Aynı yönde hareket eden cisimlerden C yavaş, B hızlıdır. Bu durumda iki olasılık vardır, eğer B, C'den büyükse ve çarpışmadan önce Bv_B , Cv_C 'den büyükse, o zaman çarpışmadan sonra cisimler birlikte $\frac{Bv_B + Cv_C}{B+C}$ hızıyla hareket edeceklerdir. İkinci olasılıkta ise B, C'den küçüktür ve çarpışmadan önce Bv_B , Cv_C 'den küçüktür, çarpışmadan sonra ise B'den aynı hızla geri tepecek, C'nin hızı ve doğrultusu değişmeyecektir.⁸⁸⁶

Descartes mekaniğinin temel ilkesi, sonucun (*effect*), onu üreten kuvvetle (*action*) orantılı olması gerektiği ilkesidir. Basit makineler bağlamında eylem ya da kuvvet, ağırlık ile yer değiştirmenin çarpımıdır. Descartes şöyle der: “Bütün bu makinelerin bulunuşu tek bir ilkeye dayanır... örneğin 100 pound ağırlığı 2 feet yüksekliğe çıkaran kuvvet, 200 pound ağırlığı 1 feet yüksekliğe çıkaracaktır.”⁸⁸⁷

Descartes, çarpışma sırasında duran cismin direncini, büyüklük ile hızın çarpımı olarak belirler. Büyüklük ile hızın çarpımı kaldıraç yasasından elde edilir; çünkü Descartes kaldıraçtaki ağırlık ile uzunluğun çarpımının genişletilebilir bağımsız bir ilke olduğunu düşünür.⁸⁸⁸ 2 Şubat 1643 tarihli mektubunda Descartes Mersenne'e şöyle yazar: “Eğer bir denge elde ettiysen ve bir tarafa küçük bir ağırlık koyarsan, bu ağırlık dengeyi yavaş yavaş bozacaktır; eğer iki kat büyük bir ağırlık koyarsan önceki duruma göre iki kat hızlı denge bozulacaktır.” Descartes'ın yaptığı şey statik bir durumu kinematik bir duruma dönüştürmektir; ağırlığı ne kadar büyük koyarsanız, anlık yer değiştirmenin hızı o nispette büyük olacaktır.⁸⁸⁹

Sonuçta hareketli cismin, büyük olan ve duran cisim ile çarpışmasından sonra, büyük cismi hareket ettirmeden geri tepeceği söylenir. Empirik olarak bu çıkarım yanlıştır

⁸⁸⁶ Descartes, *Felsefenin İlkeleri*, 132-137.

⁸⁸⁷ Westfall, *Force in Newton's Physics*, 73.

⁸⁸⁸ Westfall, *Force in Newton's Physics*, 75, ayrıca bkz: Gaukroger, *Descartes' System of Natural Philosophy*, 115.

⁸⁸⁹ Gaukroger, *Descartes' System of Natural Philosophy*, 115.

ama Descartes için bunun nedeni olması gerekeni engelleyen kusurlu maddedir.⁸⁹⁰ Descartes'ın cisimlerin çarpışması ile ilgili düşüncesi, onların büyüklükleri ile hızlarının çarpımının korunması fikrine dayanır; bu Pseudo-Aristoteles'in denge analiziyle aynıdır. Descartes'ın çarpışan cisimleri, kazanan ve kaydebenlerden oluşan bir mücadeledir.⁸⁹¹

Kaldıraç kollarının uzunlukları ile cismin birim zamanda taradığı eğrisel uzunluk, yani hız arasında bir doğru orantı olmasından hareketle, farklı durumlarda ağırlık ve hız ilişkisini ele alan Descartes, daha sonra, hocası Beeckman'ın sorduğu soru üzerinden hız, zaman ve alınan yol arasındaki ilişkiyi ele alır. Beeckman, Descartes'a, hareketin matematiksel tasviri ile ilgili şu soruyu sorar: Eğer bir cismin iki saatte ne kadar düştüğü biliniyorsa, bu cismin bir saatte aldığı yol nedir?⁸⁹²

Descartes'ın soruyu çözmek için kullandığı diyagram Şekil 3.5.'te⁸⁹³ gösterilmiştir. Burada, *ab* segmenti alınan yolu, *de*, *fg*, *hi* ve *bc* segmentleri ise hızları simgeler. Daha sonra Descartes, *fbcg* dörtgeninin alanı, *afg* üçgeni alanının üç katı olmasından hareketle, *af* yolunu *v* hızla alan cismin, *fb* yolunu $3v$ hızla alacağını, dolayısıyla *af* yolunun alınması için *t* kadar süre geçerse, *fb* yolunun alınması için $\frac{t}{3}$ kadar süre geçeceğini söyler. Şu halde *af* yolu *t* sürede alınırsa, *ab* yolunun alınması için $(t + \frac{t}{3})$ kadar süre geçecektir.⁸⁹⁴

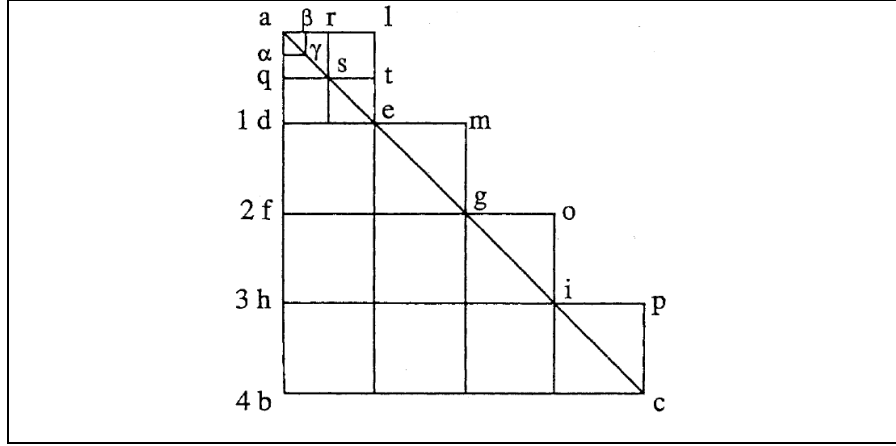
⁸⁹⁰ Meli, *Thinking with Objects*, 154-155, ayrıca bkz: Gaukroger, *Descartes' System of Natural Philosophy*, 121.

⁸⁹¹ Meli, *Thinking with Objects*, 139.

⁸⁹² Meli, *Thinking with Objects*, 141.

⁸⁹³ Aktaran Meli, *Thinking with Objects*, 142.

⁸⁹⁴ William R. Shea, "The "Rational" Descartes and the "Empirical" Galileo", *The Reception of the Galilean Science of Motion in Seventeenth-Century Europe*, ed. C. R. Palmerino and J. M. M. H. Thijssen (Dordrecht: Springer, 2004), 69-70, ayrıca bkz: Meli, *Thinking with Objects*, 142.



Şekil 3.5. Descartes'ta Hız, Alınan Yol ve Süre Oranı

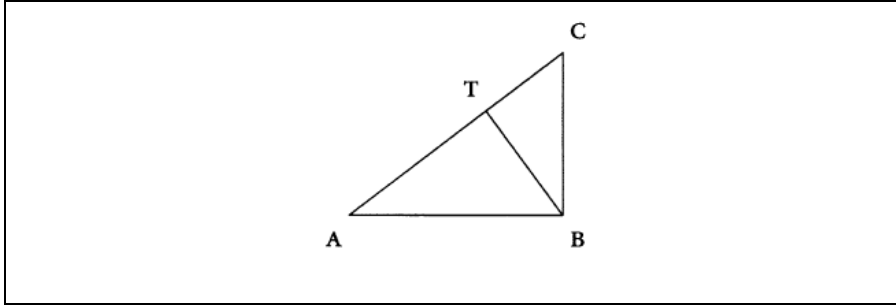
Descartes'ın diyagramını Galileo'nun diyagramından ayıran şey, dikey doğrunun ilkinde alınan yolu, ikincisinde geçen süreyi temsil etmesidir. Yatay çizgiler ikisinde de cismin hızını simgeler. Bu durumda Descartes için alanlar geçen süreyi simgelerken, Galileo için alınan yolu simgeler. Descartes, hızdaki artışın alınan yol ile doğru orantılı olduğunu ifade etmiştir ve bu varsayım alınan yolun geçen sürenin karesi ile doğru orantılı olduğunu görmeyi imkânsız kılmaktadır.⁸⁹⁵

Descartes'ın diyagramına göre cisim, ad yolunun sonunda v kadar hızlanırken, af yolunun sonunda $2v$ kadar hızlanır görünmektedir. Fakat Galileo'nun diyagramına göre, eğer cisim ad yolunun sonunda v kadar hızlanırsa, df yolun sonunda $2v$ 'den daha az bir hıza sahip olacaktır. Çünkü Galileo için hız, alınan yol ile değil geçen süre ile doğru orantılı olarak artar. Diğer bir deyişle Descartes, bağımsız değişken olarak alınan yolu kullanırken, Galileo geçen süreyi kullanmıştır. Galileo'nun mekanik teorisi eğik düzlem üzerine yapmış olduğu çalışmalardan çıkar. Eğik düzlem ile kaldıraç arasında varsaymış olduğu denklikten faydalanan Galileo, farklı eğriliklerdeki eğik düzlemlerde ağırlığın farklı durumlarını ele alır. Buna göre eğik düzlem boyunca düşen cismin düşme süresi yüksekliğe bağlıdır.⁸⁹⁶ Diğer bir deyişle

⁸⁹⁵ Carla Rita Palmerino, "The Geometrization of Motion: Galileo's Triangle of Speed and its Various Transformations," *Early Science and Medicine* 15 (2010), 410-447, ayrıca bkz: Shea, "The "Rational" Descartes and the "Empirical" Galileo," 70, ve bkz: Wisan, "Galileo's Scientific Method: A Reexamination," 12-13.

⁸⁹⁶ Enrico Giusti, "A Master and His Pupils: Theories of Motion in the Galilean School", *The Reception of the Galilean Science of Motion in Seventeenth-Century Europe*, ed. C. R. Palmerino and J. M. M. H. Thijssen (Dordrecht: Springer, 2004), 120, ayrıca bkz: Shea, "Descartes As Critic of Galileo," 141-142, ve bkz: MacLachlan, *Galileo Galilei: İlk Fizikçi*, 36-38

Galileo, eğik düzlem üzerinde yapmış olduğu deneylerle alınan yolun hızla değil geçen sürenin karesi ile doğru orantılı olduğunu keşfetmiştir.



Şekil 3.6. Galileo'da Alınan Yol ve Hız Oranı

Galileo *Dialogo*'da (Şekil 3.6)⁸⁹⁷ “CA boyunca düşme süresi ile CB boyunca düşme süresi, CA ile CB uzunlukları oranı ile aynıdır, o halde çelişkiye düşmeden CA boyunca elde edilen hız ile CB boyunca elde edilen hız eşittir” der.⁸⁹⁸ Daha sonra Galileo eğik düzlemi daireselleştirerek, bir daire yayı boyunca düşen cismin düşme süresinin de eşit olacağı sonucuna ulaşmıştır.⁸⁹⁹

Bağımsız değişkenin doğru belirlenmemesi, Descartes'ın olguyu yanlış ele almasına yol açmıştır. Descartes, geleneksel olarak hız ve alınan yol orantısı varsayımını apaçık doğru olarak görürken, Galileo, yapmış olduğu deneylerle hızın, alınan yol ile değil geçen süre ile doğru orantılı olduğunu tespit etmiştir. Galileo'nun, serbest düşme yasasını formüle etmiş olmasının ikinci önemli sebebi ise alınan yolun, geçen sürenin karesi ile doğru orantılı olduğunu keşfetmiş olmasıdır. Bu örnek göstermektedir ki, Yeniçağda hareketin niceliksel olarak ele alınmasında deneyin ve parametrisasyonun önemi büyüktür.

Kartezyen evrenin nihai bileşenleri çarpışmalar ve akışkan hareketleridir. İlkinde, Pseudo-Aristoteles'in *Mechanica*'sındaki bir takım belirlenimler geliştirilerek, daha geniş alanlara ve özellikle cismin ideal ortamdaki hareketinin niceliğinin belirlenmesinde kullanılır. İkincisinde ise Arşimet'in hidrostatik teorisinin geliştirilmesi ve ondan hareketle yapılan analogilerin yine farklı alanlara uygulanması söz konusudur.

⁸⁹⁷ Giusti, “A Master and His Pupils,” 122.

⁸⁹⁸ Giusti, “A Master and His Pupils,” 122, ayrıca bkz: Westfall, *Force in Newton's Physics*, 32.

⁸⁹⁹ Giusti, “A Master and His Pupils,” 125.

3.5. Hidrostatik'ten Vortex Teorisine ve Kütle-Çekim Kuvvetine

Descartes'ın *vortex* teorisi, gök fiziği ile yer fiziğini ilk birleştirme girişimidir. Bu girişim sayesinde yeryüzünde geçerli olan merkezkaç hareketi gök cisimlerinin hareketlerine taşınmış, bu ise çekim kuvvetinin doğuşunun zemini olmuştur.⁹⁰⁰

Descartes'a göre ağırlık (*gravity*), cismi dünyanın merkezine doğru hareket ettiren içsel bir nitelik değildir, esir fırtınasının maddeyi baskılamasının neticesinde ortaya çıkan bir fenomendir. Serbest düşme tümüyle temas mekanizmasıyla açıklanmalı, itici veya çekici okült nitelikler reddedilmelidir.⁹⁰¹

Descartes için hidrostatik, Aristotelesçi anlamda orta bir bilim değildir; *corpuscular*-mekanik doğa felsefesinin bir uygulamasıdır. Bu belirlenim, başta optik olmak üzere tüm orta bilimler için geçerlidir. Descartes, statik olanı araştıran orta bilimleri dinamik bir yaklaşımla ele alır. Ona göre makroskopik düzeyde akışkanların hareketi, akışkanı oluşturan mikroskopik parçacıkların hareketinden kaynaklanır. Bu teorik varsayımdan hareketle analogi yapan Descartes, yıldız sistemlerinin mekanizmasını da benzer şekilde açıklar.⁹⁰²

Descartes ve Beeckman, doğanın *corpuscular*-mekanik nedenlerinin araştırılmasında matematiksel bir yöntemin kullanılması gerektiğini ve Stevin'in, Arşimetçi hidrostatik teorisini geliştirdiği *The Elements of Hydrostatics* (1586) isimli eserindeki sonuçların, *corpuscular*-mekanik terimlere indirgenebileceğini düşünürler. Stevin bu eserinde, Arşimetçi hidrostatik ve denge ilkesini kullanarak, akışkanın, kabın zeminine uyguladığı toplam basıncın, akışkanın ağırlığına bağlı olmadığını gösterir. Buna göre farklı şekillerde ve eşit taban alanlı kaplar içindeki akışkanlar, tabana aynı basıncı uygular ve kabın zeminindeki basınç, akışkan yüzeyinin zemine olan uzaklığıyla, yani yüksekliğiyle ve taban alanıyla doğru orantılıdır.⁹⁰³

⁹⁰⁰ Koyre, *Bilim ve Devrim: Newton*, 98-99.

⁹⁰¹ Shea, "The "Rational" Descartes and the "Empirical" Galileo," 74.

⁹⁰² Schuster, "Waterworld," 61-64.

⁹⁰³ Schuster, "Waterworld," 55-56, ayrıca bkz: Tabak, *Mathematics and the Laws of Nature*, 66-68, ve bkz: Antoni Malet, "Between Mathematics and Experimental Philosophy: Hydrostatics in Scotland about 1700," *The Mechanization of Natural Philosophy*, ed. D. Garber and S. Roux (Dordrecht: Springer, 2013), 160.

Descartes burada akışkanın basıncının, daha sonra Toricelli'nin hava basıncı olarak belirleyeceği fenomen yerine, mikro-mekanik bir açıklama ile parçacık-esir fırtınasının (*vortex*) bu olguya yol açtığı sonucuna ulaşır.⁹⁰⁴ Çünkü suyun, kabın tabanına uyguladığı basıncın suyun ağırlığıyla ilgisinin olmadığı, suyun hava ile temas yüzeyinin yüksekliğine bağlı olduğu önermesi, uzaktan etkiyi kabul etmeyen Descartes'ı, *vortex* gibi bir açıklamaya götürmüştür. Bu nedenle Descartes'a göre ağırlık olgusu, ağır cisimleri dünyanın merkezine iten bu fırtınanın meydana getirdiği bir olgudur.⁹⁰⁵ Ağırlık sadece göksel akışkana bağlı bir fonksiyon değildir; akışkanın uyguladığı basınç cismin yüzey alanıyla doğru orantılı olduğu için, ağırlık aynı zamanda cismin büyüklüğüne de bağlıdır.⁹⁰⁶ Öte yandan *vortex* teorisi, Pseudo-Aristoteles'in *Mechanica*'nın sonunda, burgaçlı suda yüzen cisimlerin davranışları üzerine yaptığı tartışmayı da anımsatır.⁹⁰⁷

Meli'ye göre esir fırtınasının dairesel hareket etmesinin nedeni, mekanikteki tüm basit makinelerin dairesel hareket temelinde çözümlenmesinden kaynaklanır.⁹⁰⁸ Descartes, insan yapımı makineler ile doğal mekanizmalara arasında fark görmediği için, Kartezyen evrenin dinamik temeli olan, diğer bir deyişle Descartes'ın makine evreninin kalbi olan mekanizmanın, yani *vortexin* de dairesel hareket temelinde çözümlenmesi gerektiğine inanmaktadır.

Tezin ikinci bölümünde, Descartesçı madde teorisi bağlamında yapılan tartışmada da zikredildiği gibi Descartes, evrendeki maddenin üç türü olduğunu, ilk ikisinin akışkana benzediğini, üçüncüsünün ise katı cisimlere benzediğini ifade eder. Burada üçüncü elementin dairesel hareketi, iki temayülün bileşkesidir. İlk temayül esir fırtınasının cismi Güneş merkezine çeken dairesel hareketi, ikincisi ise, cismin dairesel yörüngenin her anındaki tanjant boyunca doğrusal hareket temayülüdür.

Principia'nın üçüncü bölümünde çizilen figür ile Descartes, bir sarkaç üzerinden bu iki temayülü açıklar. Bir sarkaçta cisim dairesel hareket ettirilirken, eğer bir noktadan

⁹⁰⁴ Peter Dear, "Circular Argument: Descartes' Vortices and Their Crafting as Explanations of Gravity," *Science of Nature in the Seventeenth Century: Pattern of Change in Early Modern Natural Philosophy*, ed. P. R. Anstey and J. S. Schuster (Dordrecht: Springer, 2005), 87-91.

⁹⁰⁵ Meli, *Thinking with Objects*, 156 ve 159.

⁹⁰⁶ Gaukroger, *Descartes' System of Natural Philosophy*, 165-166.

⁹⁰⁷ Meli, *Thinking with Objects*, 139.

⁹⁰⁸ Dear, "Circular Argument," 87-91.

sebest bırakılırsa, cisim o noktadaki tanjant boyunca doğrusal hareket edecektir. Serbest bırakılmaz ise doğrusal hareket etme eğilimini (*conatus*) hareketin her noktasında koruyacaktır. Cismin dairesel hareket etmesinin bir nedeni vardır, o neden kaldırılırsa cisim doğrusal hareket edecektir.⁹⁰⁹

Descartes, maddenin katılığı-sertliği ile üçüncü elementin madde miktarını, yani cisimden birinci ve ikinci elementlerin (akışkanların) çıkarılması neticesinde kalan element kümesini kasteder. Bu ayırım, madde miktarı ile uzam arasında bir ayırım yapılması anlamına gelir; dolayısıyla uzamı belirlemek için hacmin ölçülmesi yetersizdir; daha ziyade içsel yapının (üçüncü parçacığın dizilişinin) belirlenmesi gerekmektedir.⁹¹⁰ Dolayısıyla katılık-sertlik, cismin hacmi ile yüzey genişliğinin oranı arttıkça artar. Gezegenlerin dairesel hareketlerini, *vortexin* merkeze iten hareketiyle, cismin tanjant boyunca gitme temayülünün bileşkesi olarak düşünen Descartes, ilkinin cismin hacmiyle (çünkü yalnızca yeri işgal eden parçacıklar merkeze çekilmeden sorumlu olabilir), ikincisinin ise cismin yüzeyi ile (çünkü bu temayül, cismin yüzey alanı ile akışkan parçacıkların etkileşimi sonucunda gerçekleşebilir) ilişkili olduğunu düşünür.⁹¹¹ Cismin şeklini veya boyutlarını değiştirmenin onun sertliğini-katılığını değiştireceğini ifade eden Descartes, bir gezegen ile Güneş arasındaki mesafenin, gezenin hacmi-büyüklüğü ve gezenin hızı oranı ile doğru orantılı olduğunu, bu nedenle de Güneş'ten uzaklaştıkça gezegenin hacminin artarken, hızının azalacağını ifade eder.⁹¹²

Son tahlilde Kartezyen evrende tüm fenomenler, doğa yasalarına ve çarpışma kurallarına göre hareket eden ve etkileşen üç tür element ile açıklanır. İlk iki element akışkan mekaniğine göre hareket ederken, üçüncü element çarpışan sert cisimler mekaniğine göre hareket eder. Descartes mekanik biliminin “denge” ilkesini “niceliğin korunumu” yasasına dönüştürmüş, onun matematiksel ilişkilerini akışkan mekaniği ve çarpışan cisimler mekaniği üzerinden belirlemeye çalışmış ve bu bulgularını tüm evrene uygulamıştır.

⁹⁰⁹ Descartes, “Principles of Philosophy,” 259-260.

⁹¹⁰ Meli, *Thinking with Objects*, 158-159.

⁹¹¹ Meli, *Thinking with Objects*, 159.

⁹¹² Schuster, “Waterworld,” 54.

On yedinci yüzyılın ikinci yarısından sonra *vortex* teorisi, göksel hareketlerin fiziğini açıklamak için kullanılan bir teori haline gelmiştir. Bu çerçevede çekim dahil tüm fenomenler parçacıkların temaslı etkileşimiyle açıklanmaya başlanmıştır. Göksel hareketlerin kavramsallaştırmasında önemli bir rol oynayan diğer teori Kepler'in gök fiziğidir. Kepler, *Astronomia Nova* (1609) ve *Epitome Astronomiae Copernicanae* (1618-22) isimli eserlerinde, William Gilbert'in 1600'de yayınladığı *De Magnete* isimli eserinde, dünyanın bir mıknatıs olduğunu göstermesinden hareketle, Güneş ile gezegenler arasında manyetik bir çekim ilişkisi olduğunu iddia eder.⁹¹³ Buna göre bu manyetik kuvvet, gezegenlerin Güneş'e olan uzaklıklarının karesiyle ters orantılı olarak azalmaktadır.⁹¹⁴ "Taş Dünya'ya gitmek istemez, Dünya taşı kendine çeker" diyen Kepler, düşmenin-çekimin ve dolayısıyla ağırlığın bir etkinlik (*action*) değil bir edilgenlik (*passion*) olduğunu iddia etmiş, fakat tüm cisimler arasında karşılıklı bir etkileşim olabileceğini düşünmemiştir.⁹¹⁵

Dijksterhuis'a göre Kepler'in uzaklık ve hız ile ilgili yasası, kaldıraç ve ağırlık ilişkisinden yapılan analogiyle geliştirilmiştir. Gezegen yavaş hareket eder çünkü Güneş'ten uzaklaştığında ağırlaşmış gibi davranır; kaldıraçta asılı duran ağırlık da aynı şekilde davranır. Ağırlık, denge noktasından uzağa konursa yavaş hareket edecektir. Eğer kaldıraç davranışı doğal kuvvetler için Tanrı'nın başlangıçta koyduğu değişmez yasa ise, aynı şey göksel cisimler için de düşünülebilir. Bu teklif, Aristotelesçi doğa felsefesi için kabul edilemezdir; çünkü yer ve gök arasında analogi kurulamaz.⁹¹⁶ Fakat yer ve gök ontolojik alan ayrımının, yıkılması, bu tür analogileri mümkün kılmıştır. Benzer şekilde, tezin ikinci bölümündeki kuvvet tartışmasında da ele alındığı gibi, Kepler'in *anima motrix* yerine *vis motrix* kelimesini kullanması, göksel kürelerin, yeryüzünde geçerli olan mekanik yasalara göre hareket ettiğini kabul etmesinden kaynaklanır.⁹¹⁷

Kepler'in Aristotelesçi çizgide gezegeni harekette tutan bir gücün gerekli olduğuna dair formülasyonunun karşısında ise, mekanik felsefenin aktif maddesi ve doğa yasaları vardır. Buna göre bir cismin doğrusal hareket etmemesinin bir nedeni

⁹¹³ Cohen, *The Birth of a New Physics*, 141.

⁹¹⁴ Meli, *Thinking with Objects*, 192 ve 221.

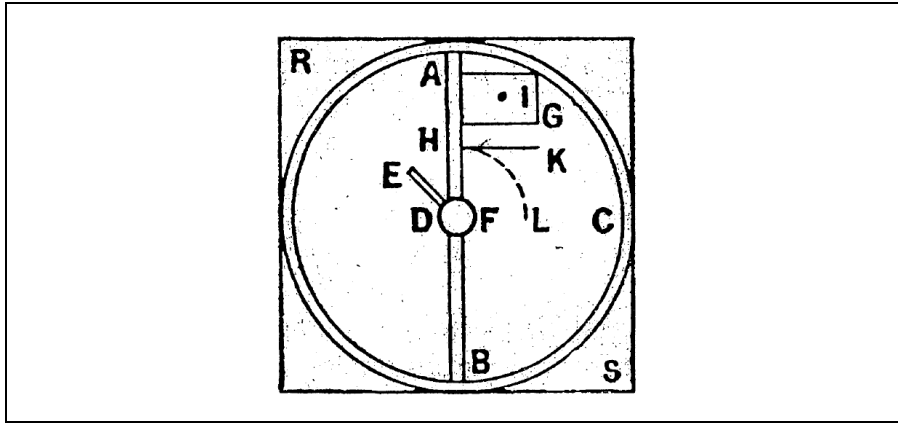
⁹¹⁵ Hesse, *Forces and Fields*, 129.

⁹¹⁶ Dijksterhuis, *The Mechanization of the World Picture*, 311-312.

⁹¹⁷ Dijksterhuis, *The Mechanization of the World Picture*, 312.

olmalıdır, çünkü doğrusal hareket nedensiz, yani doğal harekettir. Yeryüzünde bir cisim hangi nedenden dairesel hareket ediyorsa, gökyüzünde de aynı neden geçerlidir. Bu ilkeler çerçevesinde mekanik doğa filozofları, bu nedenin *vortex* olduğunu, akışkanlar ile yaptıkları deneylerle modellemeye çalışırlar.

Bu modellerden bir tanesi Borelli'nin *Theoricae Mediceorum Planetarum* isimli eserinde, Keplerci ve Descartesçi teklifleri sentezleyen modelidir (Şekil 3.7.⁹¹⁸) . Buna göre tahta bir ABC dairesi, tümüyle suyla dolu RS kabı içindedir. F mıknatısı D merkezindedir. I demir bilyesi suda yüzen bir G mantarının üzerindedir. Mantar, F mıknatısına yeterince yaklaştığında demir bilye merkeze doğru çekilir. ABC dairesi döndürüldüğünde çap bilyeyi itmekte ve onu döndürmektedir. Eğer mıknatıs çekimi, dairesel hareketin yarattığı HK temayülü, demir bilyeyi tanjant boyunca iterse, o halde I demiri dengeye ulaşacaktır. Teoriye göre gezegen hareketleri de bu şekilde gerçekleşir.⁹¹⁹



Şekil 3.7. Borelli'de Vortex Modellemesi

Borelli, deveran eden göksel cismin izlediği yolun, cismin merkeze düşme eğilimi ile dairesel salınımdaki tanjant boyunca gitme temayülünün bir bileşkesi olduğuna inanırken, Huygens merkeze düşme eğilimini reddetmiş; onun yerine Descartes'ın yaptığı gibi *vortex* teorisini koyarak, cismin izlediği yolu, *vortex* fırtınası ile merkezkaç kuvveti doğrultusunda cismin iki temayülünün bileşkesi olduğunu iddia etmiştir.⁹²⁰ Huygens şöyle der:

⁹¹⁸ Aktaran Meli, *Thinking with Objects*, 195.

⁹¹⁹ Meli, *Thinking with Objects*, 195.

⁹²⁰ Meli, *Thinking with Objects*, 218, ayrıca bkz: Koyre, *Bilim ve Devrim: Newton*, 198.

İki ya da daha çok sayıda değişik cisimde imgeleyebildiğimiz tüm küçük parçaların karşılıklı olarak birbirlerini çektikleri ya da birbirlerine yaklaşma eğiliminde olduklarını söyleyen bir ilkeyle uzlaşmıyorum. Bu kabul edemeyeceğim bir şey; çünkü böyle bir çekimin nedeninin mekanik bilimin ilkeleriyle ya da devinim kurallarından herhangi biriyle açıklanamayacağını açıkça gördüğüme inanıyorum. Tüm cisimlerin karşılıklı çekiminin zorunlu olduğuna da inanmış değilim; çünkü göstermiştim ki, yeryüzü olmasaydı bile cisimler kütle-çekim dediğimiz şey sayesinde bir merkeze doğru yönelmeyi sona erdirmezlerdi.⁹²¹

Aynı dönemde İngiltere’de, Robert Hooke, Edmund Halley ve Christopher Wren gibi figürler, gezegenleri eliptik bir yörüngede tutan kuvvet üzerine spekülasyon yapan isimlerdir. Keplerci *vis motrix*’in, gezegen ile Güneş’in arasındaki ortalama uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak azaldığı bilinmektedir. Halley, Kepler gibi bu kuvvetin Güneş merkezli olduğunu düşünürken,⁹²² Wren ve Hooke, Huygens ve Borelli gibi bir bileşik hareketten söz edilmesi gerektiğini iddia ederler. Fakat burada gezegeni merkeze iten bir *vortex* yoktur, Kepler’in gezegeni çeken *vis motrix*’i vardır. Diğer bir deyişle merkezkaç temayülü ile Güneş’in gezegeni merkeze çekme temayülünün bileşkesi gezegeni hareket ettirmektedir.⁹²³ Fakat düşünürlerin hiçbirisi bu iddiaları matematiksel olarak temellendirememiş; daha ziyade sarkaç deneylerinden ya da akışkan içindeki cisimlerin davranışlarından hareketle yapılan analogjilerle “deneysel” temellendirmeler yapmaya çalışmışlardır. Matematiksel temellendirme için Newton’un sahneye çıkması gerekecektir.

3.6. Doğa Felsefesinin Matematiksel İlkeleri

Yukarıda tartışıldığı üzere Arşimet *Düzlemlerin Dengesi Üzerine* isimli eserinde fiziksel ağırlık olgusunun matematiksel uzaya izdüşümüne geometrik miktar ismini verir. Bu transformasyondan sonra geometrik uzayda geçerli mantıksal çıkarımlar yapılır ve elde edilen sonuçları tekrar fiziksel uzaya transform edilir. Geometrik miktarlarla ilgili elde edilen sonuçlar fiziksel uzayda da geçerlidir. Bunun yapılmasının nedeni, fiziksel uzayda bu ilişkilerin görünmez olmasıdır. İlişkilerin

⁹²¹ Aktaran Koyre, *Bilim ve Devrim: Newton*, 198.

⁹²² Cohen, *The Birth of a New Physics*, 150-151

⁹²³ Meli, *Thinking with Objects*, 218-219.

görülebilmesi için daha basit bir uzaya, matematiksel uzaya aktarılımları, diğer bir deyişle “kusurlu” fiziksel ilişkilerin idealize edilmesi gerekmektedir.

Newton kendi doğa felsefesi için bu modeli kullanır ve doğanın nasıl idealize edilmesi gerektiğinin ilkelerine ise *Doğa Felsefesinin Matematiksel İlkeleri* ismini verir. Newton’un burada yaptığı yaygın olarak zikredildiği gibi fiziğin matematikselleştirilmesi değil matematiğin fizikleştirilmesidir. Çünkü Newton tıpkı Arşimet ve Galileo⁹²⁴ gibi, fiziksel nesne ve ilişkileri matematiksel olana dönüştürmektedir. Fiziksel cisim matematiksel uzaya transform edildiğinde, kütle sahibi boyutsuz bir noktaya dönüşmektedir. Bu Arşimet’in *center of gravity* (ağırlık merkezi) dediği şeydir.⁹²⁵ Newton daha sonra bu basite irca edilmiş fiziksel uzayda (yani matematiksel uzayda) bir takım çıkarımlar yapmakta ve sonuçlarını tekrar fiziksel uzaydaki cisimler arası ilişkilere götürerek çıkarımının doğruluğunu denetlemektedir.

Cohen’in de ifade ettiği gibi Newton, yalınlaştırılmış-idealize edilmiş doğadan hayali ve matematiksel bir yapı üretir. Bu yapıya göre, boyutsuz ama kütleli noktalar, fiziksel değil geometrik olarak konumlandırılmış saf matematiksel bir nokta etrafında hareket ederler. Newton, oluşturduğu bu yapı içinde matematiksel ilişkiler kurar ve bu ilişkilerden yeni ilişkiler çıkarsar. Bu yapı, icat edilmiş hayali matematiksel bir uzay sistemidir; dış dünyanın fiziksel uzayı gibi değildir; bu nedenle fizik dünyanın sınırları ile sınırlanmaz.⁹²⁶ Dolayısıyla Newton kuvveti fiziksel olarak değil matematiksel olarak ele aldığını, bu yüzden de önce matematiksel olarak tespit edilen ilişkinin daha sonra fiziksel fenomenlerle karşılaştırılması gerektiğini ifade eder.⁹²⁷ Bunun anlamı, ilk olarak bir kuvvetin gözlemlenebilir sonuçlarıyla uğraşmak ve fenomeni, geometriyi kullanarak doğru biçimde tasvir etmektir. Sonuçta, kuvvetin eyleminden doğan sonuçları, momentum veya hızındaki değişmeyi matematiksel olarak ispatlayabilir ve ölçümleyebiliriz.⁹²⁸ Newton şöyle der:

Kuvvetlerin türleriyle ve onların fiziksel nitelikleriyle değil sadece nicelikleriyle ve matematiksel oranlarıyla ilgileniyorum. Matematikte, varsayılan durumdaki

⁹²⁴ Smith, “Knowing Things Inside Out,” 737-739.

⁹²⁵ Netz ve Noel, *Arşimet’in Elyazmaları*, 159.

⁹²⁶ Cohen, “Newton’s Third Law and Universal Gravity,” 589-591.

⁹²⁷ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 5.

⁹²⁸ Machamer, Mcguire and Kochiras, “Newton and the Mechanical Philosophy,” 380.

kuvvetlerin niceliklerini ve oranlarını araştırırız; sonra fiziğe gider ve bu oranları doğal fenomenlerle karşılaştırırız ki bu kuvvetlerin ve yasaların hangi çekici cisim durumlarını açıkladığı görülebilsin. Bu hazırlık yapıldıktan sonra fiziksel türleri, nedenleri ve kuvvet oranları ile ilgili daha güvenli bir biçimde konuşabiliriz.⁹²⁹

Newton sistemi doğanın, rasyonel mekaniğin ilkeleri temelinde zihinsel-matematiksel-ideal bir yeniden inşası, bir kopyasıdır; bu nedenle çıkarsanan ilişkiler doğada hiçbir zaman birebir çalışmaz; her zaman madde tarafından deforme edilir. Bu nedenle Galileo ve Descartes'ta gördüğümüz “kusurlu madde” doktrini Newton için de geçerlidir.

Geleneksel olarak kendini pratik mekanik adı altında, insan yaratımı kusurlu makinelerle ve onlarla ilişkili kuvvetlerle sınırlandıran mekanik, Galileo'dan Newton'a uzanan süreçte, doğal hareketi ve onu üreten kuvvetleri ele alan bir bilime dönüşür. Newton'a göre evren, en mükemmel mekanikçinin yarattığı bir makinedir. Bu mükemmel makineyi yöneten ilkeler ise matematikseldir. Bu matematiksel ilkeler aynı zamanda mekanik ilkelerdir ve bu ilkeler aracılığıyla doğal fenomenlerden nedensel ilkeler, yani kuvvetler elde edilir.⁹³⁰

Arşimet fiziksel ağırlıkları geometrik uzaya transform edip onlara *miktar* demiş ve tüm ispatlarını miktarlar üzerinden yapmıştır; benzer biçimde Newton kitabına “miktar” tanımlarıyla başlar. Diğer bir deyişle fiziksel olan maddenin, hareketin ve kuvvetin geometrik uzaya izdüşümleri tanımlanır. Buna göre sırasıyla maddenin niceliği (miktarı) olarak kütle (*quantitas materiae*), hareketin niceliği olarak hız (*quantitas motus*), kütle ve hızın ilişkisi olarak *momentum*, fiziksel ama gayr-ı maddi olduğu için duyusal olmayan doğal gücün niceliği olarak *vis impressa* (etkin kuvvet) tanımlanır.⁹³¹ Daha sonra *Scholium* bölümünde Newton, yapmış olduğu fiziksel uzay ve fiziksel uzayın basit izdüşümü olan matematiksel uzay ayrımının adını koyar: göreceli uzay ve mutlak uzay.⁹³²

Bu belirlenim Newton ile Aristotelesçi çizgi arasındaki temel farktır; çünkü Aristotelesçi çizgi için gayr-ı maddi güç olarak doğa ya da öz nicelik-miktar sahibi

⁹²⁹ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 192.

⁹³⁰ Machamer, McGuire and Kochiras, “Newton and the Mechanical Philosophy,” 379.

⁹³¹ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 1-6.

⁹³² Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 6.

olamaz. Örnek olarak İbn Rüşd *Fizik VIII* şerhinde, gayr-ı maddi güçlerin niceliğe veya miktara sahip olmadığını, bu nedenle aralarında herhangi bir kıyas-oran yapılamayacağını söyler;⁹³³ oysa Newtoncu şemanın çekirdeği olan kütle-çekim kuvvetinin niceliği vardır.⁹³⁴

Arşimetçi yöntem ve çerçeve ile doğaya yaklaşıldığında kaçınılmaz olarak geometri ilkelerini mekanikten alacaktır; çünkü ortada aşkın bir hakikat arayışı değil, doğal düzenliliklerin arkasında gömülü olan, görünüşü kurtaran matematiksel haritanın çıkartılması vardır. Bunun için de, duyulur içerik olarak nitelikler tümüyle niceliğe indirgenmeli, diğer bir deyişle fiziksel uzay tümüyle matematiksel uzaya transform edilmelidir. Nitekim Floris Cohen Atina düşüncesi ile İskenderiye düşüncesini ayırır ve İskenderiye düşüncesinin temel amacının, doğaya dair kesin doğruyu elde etmekten ziyade yalnızca matematiksel tasvir yapmaya çalıştıklarını söyleyerek, Batlamyus'un felsefi doğa bilgisini bir "tahmin çalışması" (*Almagest* ilk sayfa) olarak formüle etmesini kanıt olarak gösterir.⁹³⁵

Bu Arşimetçi çerçeve Newton'un matematik öğretmeni Isaac Barrow'da da vardır. Barrow *Mathematical Lectures* (1685) isimli eserinde Aristoteles ve Platon'u, saf matematiğin nesneleri olan saf akledilebilir şeyler ile orta bilimlerin nesneleri olan duyulur şeyler arasında yaptıkları ayırım üzerinden, saf matematik ile orta bilimleri ayırdıkları için eleştirir. Barrow'a göre gerçekte sürekli nicelikten ya da miktardan başka bir nicelik yoktur ve matematiğin nesnesi de miktardır; çünkü hayal edilebilir geometrik figürler maddenin her parçasında içkindir⁹³⁶ Fiziksel şeylerde ortak olan şey de miktar olduğu için, doğa felsefesinde matematiksel olmayan bir şey yoktur.⁹³⁷

Barrow gibi Newton'u etkileyen diğer figürlerde de benzer bir tavrı görülür. Descartes'a göre maddi dünyanın tözü uzamdır (*res extansa*), uzam ölçülebilendir ve

⁹³³ Steven J. Livesey, "Metabasis: The Interrelationship of Sciences in Antiquity and the Middle Ages," (doktora tezi, University of California, 1982), 378-379.

⁹³⁴ George E. Smith, "How Newton's Principia Changed Physics", *Interpreting Newton*, ed. Andrew Janiak and Eric Schliesser (Cambridge: Cambridge University Press, 2012), 366-367.

⁹³⁵ Cohen, "The Onset of the Scientific Revolution," 11-12.

⁹³⁶ Michael Mahoney, "Barrow's Mathematics: Between Ancients and Moderns", *Before Newton: The Life and Times of Isaac Barrow*, ed. Mordechai Feingold (Cambridge: CUP, 1990), 185-186, ayrıca bkz: Dunlop, "What Geometry Postulates," 78.

⁹³⁷ Marcus P. Adams, "Hobbes on Natural Philosophy as "True Physics" and Mixed Mathematics," *Studies in History and Philosophy of Science A-56* (Apr., 2016): 43-44, ayrıca bkz: Burt, *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*, 145-146.

ölçülebilen matematikseldir; o halde doğa matematikseldir.⁹³⁸ Kepler doğanın sayısal harmonilere göre hareket ettiğini,⁹³⁹ Galileo ise doğanın matematik dilinde yazılmış bir kitap olduğunu ifade etmiştir.⁹⁴⁰ Bu yeni tavır, niteliksel ve teleolojik ilişkilerin doğasından, uzay ve zamanda mekanik olarak hareket eden cisimlerin doğasına geçişi imler.⁹⁴¹

Tanımlarla birlikte gerekli olan ikinci önemli şey ise aksiyomlar ya da postulatlardır. Newtoncu aksiyomlara doğa yasaları ya da hareket yasaları isimleri de verilir. Bu postulatlar, tıpkı Arşimet hidrostatığının postulatları gibi, deneyimin idealize edilmesinden, yani “kusurlu” fiziksel deneyimin yadsınmasından elde edilirler. Tezin ikinci bölümünde de tartışıldığı üzere bunlar teorik doğa yasalarıdır. Teorik doğa yasaları, ispatlanamaz nihai varsayımlar olarak tüm bilimsel-felsefi çıkarımsal dizgeyi düzenler, sınırlar ve açıklar.⁹⁴² Bu nedenle izdüşümsel geometrik miktarlar (kütle, hız, ivme, kuvvet) teorik yasaların çizmiş olduğu sınırlar dâhilinde birbirleriyle ilişkilendirilirler. Bu ilişkilere ise fenomenal doğa yasaları ismi verilir. Newton’un bütün amacı, izdüşümsel fiziksel uzaydaki (yani matematiksel uzaydaki) kütlelerin, hızların, ivmelerin ve etkiyen kuvvetlerin arasındaki ilişkileri polinomik-cebirselsel olarak ifade etmek (fenomenal doğa yasaları) ve bu ifadelerin matematiksel ispatlarını vermektir.

Fenomenal doğa yasasının matematiksel ifadesinin cebirselsel olarak ortaya konması, bu yasadaki yapılabilecek her türlü çıkarımın da doğru olduğunu gösterir. Bu şekilde matematik, ilk bakışta doğada görülmesi mümkün olmayan ilişkileri keşfetme olanağı sağlar. Örnek olarak sabit bir F kuvveti, t zaman boyunca bir kütleye uygulanırsa ve kütle d kadar yol giderse, cisim sükûndan hareket etmeye başladıysa

⁹³⁸ Edmund Whittaker, *From Euclid to Eddington* (New York: Dover Publication, 1958), 11.

⁹³⁹ Burt, *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*, 58.

⁹⁴⁰ Maurice A. Finocchiaro, *Defending Copernicus and Galileo* (Las Vegas: Springer Science, 2010), 115.

⁹⁴¹ Burt, *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*, 154

⁹⁴² Michal Paty, “The Idea of Quantity at the Origin of the Legitimacy of Mathematization of Physics,” *Constructivism and Practice: Towards a Social and Historical Epistemology*, ed. C. Gould (Lanham: Rowman & Littlefield, 2003), 114-115.

ve v cismin son hızıysa, o zaman ortalama hız $\frac{v}{2}$ olur, alınan yol $d = \frac{1}{2}vt^2$ ve ivmesi $a = \frac{v}{t}$ olur.⁹⁴³

Newton'un ilk teorik doğa yasası eylemsizlik ilkesidir; buna göre herhangi bir kuvvet etki etmediği müddetçe cisim duruyorsa durmaya, hareket ediyorsa sabit hızda düz bir doğru boyunca hareket etmeye devam eder. Eğer cismin hızı veya yönü değişiyorsa muhakkak bir kuvvet ona etki etmektedir. Newton'a göre yalnızca kuvvet cismin hareketini ve yönünü değiştirebilir. İkinci yasa, cismin momentumunu koruyacağını, üçüncü yasa ise, cismin, cisme uygulanan her kuvvete ters yönde ama kuvvetle aynı büyüklükte bir tepki göstereceğini ifade eder.⁹⁴⁴

3.6.1. Kepler Yasalarından Kütle-Çekim Kuvvetine

Eğer ağırlıkları oranı destek noktasına olan uzaklıklarıyla ters orantılıysa, cisimler kaldıraç üzerinde dengede dururlar. Hook'a kadar kaldıraç modelinden hareketle gezegenlerin bir tür denge halinde durdukları düşünülmüştür. Hook, 24 Kasım 1679 tarihli mektubunda Newton'a, gezegen hareketlerinin bağımsız iki bileşen olarak tanjant hareketi ve çekim hareketinden oluştuğunu, ilkinin düzgün doğrusal hareket, ikincisinin merkeze doğru ivmeli düşme hareketi olarak görülebileceğini söyler. Hook'a göre eğer bu bağımsız iki bileşenin miktarları düzgün bir biçimde birleştirilebilirse, merkeze doğru düşmeye neden olan kuvvet, gezegeni doğrusal hareketten alıkoyarak eğrisel hareketi oluşturabilecektir.⁹⁴⁵

Yukarıda da zikredildiği gibi on yedinci yüzyılda göksel cisimlerin hareketleri için iki model öne çıkmıştır. İlki Arşimetçi hidrostatik analogisine dayanan *vortex* teorisi, ikincisi ise kaldıraç analogisine dayanan, gezegen ile Güneş arasındaki uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak azalan ve kozmik denge oluşturan manyetik kuvvet teorisi.⁹⁴⁶ İlk modelde öne çıkan isimler Descartes, Huygens ve kıtadaki mekanik felsefe ekolüdür; ikinci modelde öne çıkan isimler ise Kepler ve adadaki *Royal Society* üyeleridir. Galileo kendini kinematik ile sınırlandırdığı için bu çatışmada taraf olmamıştır. Westfall'a göre bunun nedeni, serbest düşme ivmesinin tüm

⁹⁴³ Motz and Weaver, *The Story of Mathematics*, 137.

⁹⁴⁴ Tabak, *Mathematics and the Laws of Nature*, 90.

⁹⁴⁵ Cohen, "Newton's Third Law and Universal Gravity," 574

⁹⁴⁶ Westfall, *Force in Newton's Physics*, 47.

cisimler için aynı ve sabit olması fikri ile *vortex* benzeri bir teorinin uyuşturulamaz oluşuyla ve manyetik kuvvet varsayımının Galileo tarafından okült bir güç olarak görülmesiyle ilgilidir.⁹⁴⁷

Newton, Hook'un kendisine verdiği ilham ile ikinci modeli yeni bir bakış açısıyla ele alır. Bunun için gezegenler ile Güneş statik bir denge içinde değillerdir; tam tersine Güneş gezegeni sürekli olarak ivmelendirmekte, bu ivmelendirme gezegenin kütlesi ile doğru, gezegen ile Güneş arasındaki ortalama uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak azalmaktadır.

Newton'un evrensel çekim yasası üç adımda inşa edilir. Bu argümanın ilk adımı gezegen ile Güneş'i bağlayan yarıçapın eşit zamanlarda eşit alanlar taradığını iddia eden Kepler'in alan yasasıdır. İkinci adım ise gezegen yörüngelerinin eliptik olması gerektiğini iddia eden Kepler'in birinci yasasıdır. Bu iki yasa *Principia*'nın birinci bölümünde ele alınır.⁹⁴⁸

Principia'nın birinci kitabının ilk önermesinde Newton, eylemsiz hareket eden bir noktanın eşit zamanlarda eşit alanlar tarayacağını, Öklid'in bir doğruya, kendisi dışındaki bir noktadan eşit tabanlarda üçgenler çizildiğinde bu üçgenlerin alanlarının eşit olacağı fikrinden hareketle ulaşır.⁹⁴⁹ Şekil 3.8.'e⁹⁵⁰ göre P noktasının bir cisme eşit sürelerde merkezi bir kuvvet etki uyguladığı varsayılırsa, cisim A noktasından B noktasına geldiğinde, cismi Bc boyunca gitmekten alıkoyarak BC boyunca C noktasına taşıyacaktır. BCP , ABP ve ABc üçgenleri alanları eşit olduğundan ve merkezi çekim kuvveti her an etkidiği için de yörünge eğrisel olacaktır ve nokta eşit zamanlarda eşit alanlar tarayacaktır.⁹⁵¹

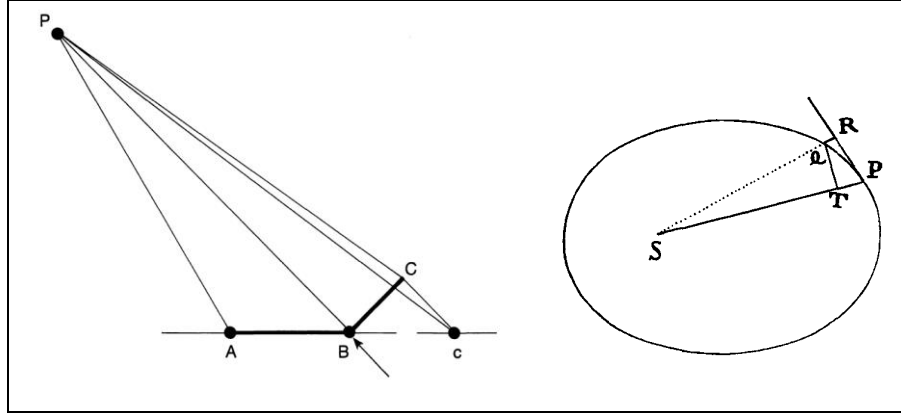
⁹⁴⁷ Westfall, *Force in Newton's Physics*, 46.

⁹⁴⁸ Ori Belkind, "Newton's Scientific Method and the Universal Law of Gravitation" *Interpreting Newton*, ed. Andrew Janiak and Eric Schliesser (Cambridge: Cambridge University Press, 2012), 156

⁹⁴⁹ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 40-41.

⁹⁵⁰ Aktaran Cohen, "Newton'a Third Law and Universal Gravity," 578.

⁹⁵¹ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 40-41.



Şekil 3.8. ve 3.9 Newton'da Eliptik Yörünge İspatı

Altıncı önermede Newton tanjanttan eğrinin değişim oranına bağlı olan dinamik kuvvet kavramını ortaya koyar.⁹⁵² İkinci bölümdeki on birinci önermede ise yörünge'nin elips olması durumunda, odak noktasından etkiyen kuvvetin uzaklıkla ters orantılı olarak azaldığını ispatlar. Bu kuvvet, Keplerci teorinin iddia ettiği gibi denge sağlayıcı değil ivmelendiricidir. Çünkü bir ip'e bağlı cismin dairesel döndürülmesinde olduğu gibi, hareketin her daim olması için kuvvetin cismi ivmelendirmesi gerekir.⁹⁵³

Şekil 3.9.'a⁹⁵⁴ göre P noktası, S merkezli APQ eğrisi boyunca hareket eder, RPZ bu eğrinin P noktasındaki tanjantı, QR segmenti SP segmentine paralel ve QT segmenti SP segmentine dik olsun. P noktasının Q ile çakıştığı limitte, çekim kuvveti, QR boyunca cismin düşmesinden dolayı zamanın karesi ile ters orantılı olacaktır (Galileo, serbest düşme yasası). Q, P' 'ye yakınsadığında çekim kuvveti $QR: SP^2 \cdot QT^2$ ile doğru orantılı olacaktır. Newton $QR: QT^2$ oranının sabit olduğunu ispatladıktan sonra kuvvetin SP^2 , yani uzaklığın karesi ile ters orantılı olduğunu ispatlamış olur.⁹⁵⁵

Principia'nın üçüncü kitabında, gezegenin periyoduyla, yarıçap arasında $T^2 \sim R^3$ ilişkisi olduğunu iddia eden Kepler'in harmonik yasası ele alınır. Newton ilk olarak Jüpiter'in uydularının Jüpiter'e göre hareketlerini, Satürn'ün uydularının Satürn'e göre hareketlerini, diğer gezegenlerin Güneş'e göre hareketlerini ve son olarak Ay'ın Dünya'ya göre hareketini Kepler'in harmonik yasasını doğrulayan fenomenler olarak

⁹⁵² Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 48-49.

⁹⁵³ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 48-49.

⁹⁵⁴ Aktaran Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 62.

⁹⁵⁵ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 56-57.

$$d = \frac{s^2}{2r} = \frac{(\Delta t \cdot V)^2}{2r} = \frac{1}{2} \frac{V^2}{r} (\Delta t)^2 \quad (3.10)$$

$$a = \frac{V^2}{r} \quad (3.11)$$

Newton bundan sonra ikinci yasasını kullanarak

$$F = ma = m \frac{V^2}{r} \quad (3.12)$$

eşitliğini (ilişkisini) elde eder. Eğer T cismin periyodu ve r dairesel yolun yarıçapı ise, o halde cismin yörünge uzunluğu $2\pi r$ olacağından hızı da

$$V = \frac{2\pi r}{T} \quad (3.13)$$

olacaktır. Şu halde,

$$F = ma = m \frac{V^2}{r} = m \left[\frac{2\pi r}{T} \right]^2 \frac{1}{r} = m \frac{4\pi^2 r^2}{T^2} \frac{1}{r} \left[\frac{r}{r} \right] = \frac{4\pi^2 m r^3}{T^2 r^2} = \frac{4\pi^2 m}{r^2} \frac{r^3}{T^2} \quad (3.14)$$

Bu denklemde $\frac{r^3}{T^2}$ ifadesi Kepler'in üçüncü yasasıdır ve K sabitin eşittir. O halde,

$$F = \frac{4\pi^2 m}{r^2} K \quad (3.15)$$

r , gezegenin Güneş'e olan ortalama uzaklığıdır, F ise Güneş ile gezegen arasındaki çekim kuvvetidir. Güneş parametresi tüm gezegenler için ortak olduğuna göre,

$$F = \left[\frac{4\pi^2 K}{M_s} \right] \frac{M_s m}{r^2} \quad (3.16)$$

$$\frac{4\pi^2 K}{M_s} = G \quad (3.17)$$

$$F = G \frac{M_s m}{r^2} \quad (3.18)$$

Bu şekilde evrensel çekim yasası matematiksel olarak ispatlanmış olur. Yasa evrende herhangi bir yerde, herhangi iki cismin birbirlerini karşılıklı olarak eşit kuvvetle çektiklerini ve ivmelendirdiklerini, bu kuvvetin, cisimlerin kütlelerinin çarpımı ile doğru, aralarındaki uzaklığın karesi ile ters orantılı olduğunu gösterir. G çekim sabitidir. Bu kuvvet, bir taş ile Dünya arasında olduğu gibi Dünya ile Ay arasında, ya da Jüpiter ile Güneş arasında da vakidir. Newton tek bir evrensel kuvvet ile gezegenleri ve uyduları yörüngede tutan şeyi, yeryüzünde cisimlerin yere düşmesini, cisimlerin Dünya üzerinde durmasını ve gelgitleri açıklamıştır.⁹⁵⁷

3.7. Değerlendirme

Aristotelesçi anlamda orta bilimlerin, özellikle Arşimet üzerinden on altıncı ve on yedinci yüzyıllarda gelişmesi, daha önce sadece zoraki hareketi ele alan mekanik biliminin ve bu bilimin davranışlarını açıkladığı mekanik aletlerin doğal süreçlerin açıklanmasında analogi araçları olarak kullanılması, niceliksel hareketin niteliksel harekete indirgenmesiyle, diğer bir deyişle fiziğin mekaniğe indirgenmesiyle

⁹⁵⁷ Cohen, *The Birth of a New Physics*, 164-169.

karşılıklı olarak birbirini belirlemiş ve yeni doğa felsefesinin yükselişinin temeline oturmuştur. Daha önce sadece zoraki hareketi ele alan mekanik, doğadaki tüm hareketlerin zoraki harekete indirgenmesiyle tüm bir doğayı ele alan yeni fizik olarak yeniden tanımlanmıştır. Bu süreci nihayete erdiren ise, Kepler'in gök kinematığı ile Galileo'nun yer kinematığını kütle-çekim fikri ile kendi dinamik teorisinde birleştiren Newton olmuştur.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

On yedinci yüzyılda gerçekleşen dönüşümle birlikte, görünen doğal olgulardaki görünmez düzenliliğe dair bilimsel bilginin iki şartı sağlamasının gerekliliği ortaya çıkmıştır. İlk olarak bilimsel bilgi, antik dönemde olduğu gibi ispatlı (*apodictic*) olmalıdır. Yani kabul edilmiş ilkelerden (aksiyomlardan) mantıksal olarak çıkarsanmalı ve dolayısıyla felsefi-bilimsel dizge içinde çelişkili önermeler olmamalıdır. İkinci olarak, yine antik dönemde olduğu gibi bilimsel bilgi vakaya mutabık olmalı, bir yandan doğal olguları açıklarken, diğer yandan öngörü yapabilmelidir. O halde antik dönem, özellikle Aristotelesçi doğa felsefesi ile modern doğa felsefesi arasındaki fark nedir?

İki bilgi türü arasındaki ilk fark aksiyoamların elde edilmesinde ortaya çıkmaktadır. Tezin birinci bölümünde yapılan tartışma, aksiyoamların elde edilmesinde deneyin ve idealizasyonun önemine işaret etmiştir. Deneysel kısım Bacon tarafından, idealizasyon kısmı ise Descartes tarafından temellendirilmeye çalışılmıştır. Bu iki çerçeveyi birlikte uygulamaya sokan isimler Galileo⁹⁵⁸ ve onun takipçisi Newton olmuştur. Örnek olarak eylemsizlik ilkesi tümevarımla-deneyle elde edilemez; çünkü eylemsizlik ilkesi, cismin kuvvetsiz ve sürtünmesiz bir ortamdaki hareketini tasvir eder. Oysa evrende kuvvetsiz hiçbir yer yoktur. Bu nedenle bu ilke, olgunun bazı unsurlarının yadsınması ve idealize edilmesiyle elde edilmiştir.

Bilgi türleri arasındaki ikinci ayrım tanımlarda ortaya çıkmaktadır. Aristotelesçi şemadaki hareket, cins, tür, töz, araz gibi teorik kavramların tanımları ve Newtoncu

⁹⁵⁸ Burada Galileo'nun Descartes'ın takipçisi olduğu söylenmemektedir; kronolojik olarak bu mümkün değildir. Burada kastedilen Galileo'nun uyguladığı çerçevenin bir unsurunun Descartes tarafından felsefi olarak temellendirilmeye çalışılmasıdır.

şemadaki hareket, kütle, momentum, kuvvet gibi teorik kavramların tanımları, daha temelde varsayılmış olan doğa tasarımına göre yapılmaktadır. İlki formalist, özcü ve organik bir tasarımla doğaya yaklaşırken, ikincisi atomcu, dinamik ve mekanik bir tasarımla doğaya yaklaşmaktadır. Bunun ise, ilkinin bir “biyolog” olmasıyla, ikincisinin ise Arşimetçi teorik mekanik birikimini yüzyıldır işleyen bir geleneğin mirasını devralmasıyla ilişkisi vardır. Mekanik geleneğinin on altıncı ve on yedinci yüzyıllardaki gelişiminin nedeni ise sosyo-ekonomik ve siyasi koşullardır. Savaşlarda top kullanımının artmasıyla gelişen silah teknikleri, kalelerin istihkâmının arttırılması gibi gereklilikler doğa filozofları ile teknisyenler arasındaki iletişimi sağlamıştır. Kapitalizmin gelişmesi bu ilişkiyi kolaylaştıran bir diğer etkidir. Bunun da coğrafi keşiflerle, uluslararası ticaretin gelişmesiyle ilişkisi olduğu aşîkârdır. Bununla birlikte teleskop, barometre gibi icatların sürece yapmış olduğu katkılar görmezden gelinemez.

Ortaçağ ayırımına göre kanıt gerektirmeyecek kadar apaçık olan (*self-evident*) ilkelerden mantıksal olarak çıkarsanmış tutarlı dizgeye metafizik denir. Aristotelesçi doğa felsefesi, Aristoteles metafiziğinin üzerine bina edilmiştir. Fakat metafizik dizgeler deneyle denetlenebilme özelliğine sahip değildir. Çünkü varlık-bilgi özdeşliği varsayımına dayanır. Bu varsayım vakaya mutabakat problemini devre dışı bırakmaktadır. O halde, doğadaki olguların açıklanması için ortaya konan önermeler üçe ayrılabilir: 1) Mitik önermeler (ne tutarlı ne de deneylenebilir); 2) metafizik önermeler (tutarlı ama deneylenebilir değil); 3) modern anlamda bilimsel önermeler (tutarlı ve deneylenebilir).

Bu çerçevede Aristoteles’in doğa felsefesi (ve Descartes’ın *vortex* teorisi üzerine bina edilmiş olan doğa felsefesi) ikinci tür bilgiye girerken, Newton’un doğa felsefesi üçüncü tür bilgiye girmektedir. O halde Newton’un doğa felsefesini Aristoteles’in doğa felsefesinden ayıran deneylenebilirlik özelliği nerden gelmektedir?

İlk olarak Newtoncu bilim matematikseldir; çünkü doğadaki özlerin ve nedenlerin kavramsal ve dolayısıyla niteliksel bilgisinin değil, doğadaki ilişkilerin matematiksel ve dolayısıyla niceliksel bilgisinin peşindedir. İkinci olarak Newton fiziksel olmayan unsurlar varsaymaz, Aristoteles’in felsefesinin temelinde ise fiziksel olmayan form

unsuru vardır. Fakat Descartes da fiziksel olmayan unsurlar varsaymaz, o halde fiziksel unsurların varsayılmıyor olması, o felsefi-bilimsel dizgeyi yukarıda zikredilen üçüncü tür bilgi alanına sokmak için gereklidir ama yeterli değildir. Üçüncü olarak Aristotelesçi doğa felsefesi, formun sahip olduğu *entellecheia* nedeniyle ereksel bir hareket tasavvuruna sahiptir ve dolayısıyla harekete dair dört nedenin de cevabını arar. Fakat Newtoncu doğa felsefesi, ilk olarak, hareketin nedenleriyle değil “nasıl”ıyla ilgilenir; diğer bir deyişle, Aristotelesçi anlamda yerel hareketin matematiksel tasvirini veren bir orta bilim mesabesindedir. O halde yeni doğa felsefesi, doğal şeyler arasında gözlemlenen ilişkilerin tasvirlerinin, yani fenomenal doğa yasalarının peşindedir. İkinci olarak, formüle ettiği madde ve kuvvet kavramlarına dayanan Newtoncu doğa felsefesi, Aristotelesçi anlamda maddi ve etkin nedenlerle ilgilenir. Çünkü Newton’a göre doğada sadece madde parçacıkları ve kuvvetler vardır. İçsel bir hareket ilkesi varsayılmadığı için formel neden, organik bir doğa tasarımına sahip olmadığı için de ereksel neden Newtoncu doğa felsefesi için söz konusu değildir. Bu ikinci kısım Newtoncu doğa felsefesinin dinamik temelidir ve mekanik fiziğin klasik mekanik sanatından ayrıldığı noktadır.

Bu çerçeve, modern doğa felsefesini klasik metafizikten ayrı bir yere koyar. Örnek olarak modern doğa felsefesinin çağdaş dünyadaki devamı olarak sicim teorisi, bilimsel bilginin sadece apodiktiklik (tutarlılık) özelliğini sağlamakta, deneylebilirlik özelliğini sağlamamaktadır. Fakat bu nedenle sicim teorisi yukarıdaki ikinci tür bilgiye dâhil edilip klasik metafizik ile aynı kabul edilmemektedir. Çünkü matematiksel olması ve içinde fiziksel olmayan unsurlar varsaymaması onu ikinci tür bilgi alanına sokulmasının önünde engel olarak durmaktadır. Henüz deneylebilir olmaması nedeniyle teorik fiziğin teorileri çağdaş metafizik teoriler olarak da adlandırılabilir; fakat unutulmamalıdır ki bu teoriler klasik metafizik teorilerden farklıdır.

KAYNAKÇA

Adams, Marcus P. "Hobbes on Natural Philosophy as "True Physics" and "Mixed Mathematics." *Studies in History and Philosophy of Science* 56/A (2016): 43–51.

Agassi, Joseph. *The Very Idea of Modern Science: Francis Bacon and Robert Boyle*. Dordrecht: Springer, 2013.

Andreas, Holger, "Theoretical Terms in Science." *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2013 Edition), ed., Edward N. Zalta. Erişim 21.02.2015.
<http://plato.stanford.edu/archives/sum2013/entries/theoretical-terms-science/>

Aristotle, *The Metaphysics*. trans., H. Lawson-Tancred. London: Penguin Books, 1998.

---. *De Anima: On the Soul*. trans., M. Shiffman. Newburyport: Publishing R. P. Co., 2010.

---. *Fizik*. çev., Saffet Babür. İstanbul: YKY, 2012.

---. *Kategoriler*. çev., Saffet Babür. Ankara: İmge Kitapevi, 2002.

---. *Gökyüzü Üzerine*. çev., Saffet Babür. Ankara: Dost Kitapevi, 1997.

---. *On the Heavens*. trans., W. K. C. Guthrie. Cambridge: Harvard University Press, 1939.

---. "Mechanics." *The Complete Works of Aristotle Vol. 2.*, trans., E. S. Forster, ed., Jonathan Barnes. New Jersey: Princeton University Press, 1991.

---. "Generation of Animals." *The Complete Works of Aristotle Vol. 1.*, trans., E. S. Forster, ed., J. Barnes. New Jersey: Princeton University Press, 1991.

---. "Movement of Animals." *The Complete Works of Aristotle Vol. 1.*, trans., A.S.L. Farquharsan, ed., J. Barnes. New Jersey: Princeton University Press, 1991.

---. "Posterior Analytics." *The Complete Works of Aristotle Vol. 1*, trans., J. Barnes. New Jersey: Princeton University Press, 1991.

Arslan, İshak. *Çağdaş Doğa Düşüncesi*. İstanbul: Küre Yayınları, 2011.

Audi, Robert. *The Cambridge Dictionary of Philosophy*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

Ayer, Alfred J. *The Concept of a Person*. New York: St. Martin's Press, 1963.

Bacon, Francis. *New Atlantis and The Great Instauration*. ed., Jerry Wingberger. Illinois: Harlan Davidson Inc., 1989.

---. *Novum Organum*. çev., Sema Önal. İstanbul: Say Yayınları, 2012.

Baltzly, Dirk. "Stoicism." *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2014 Edition), ed., Edward N. Zalta. Erişim 17. 03. 2016. <<http://plato.stanford.edu/archives/spr2014/entries/stoicism/>>.

Beebe, Helen. "The Non-Governing Conception of Laws of Nature." *Philosophy and Phenomenological Research* 61/III (2000): 571-594.

Bechler, Zev. *Newton's Physics and the Conceptual Structure of the Scientific Revolution*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991.

Belkind, Ori. "Newton's Scientific Method and the Universal Law of Gravitation." *Interpreting Newton*, ed., Andrew Janiak and Eric Schliesser. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.

Bernal, John D. *Modern Çağ Öncesi Fizik*. çev., Deniz Yurtören. Ankara: Tübitak Yayınları, 1994.

Blumenberg, Hans. *The Genesis of the Copernican World*. Cambridge: The MIT Press, 1987.

Biener, Zvi and Chris Smeenk. "Cotes's Queries: Newton's Empiricism and Conceptions of Matter." *Interpreting Newton*, ed., A. Janiak and E. Schliesser. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.

Bigelow, John. "The World as One of a Kind: Natural Necessity and Law of Nature." *The British Journal of the Philosophy of Science* 43/III (1992): 371-388.

Bochner, Salomon. *The Role of Mathematics in the Rise of Science*. New Jersey: Princeton University Press, 1966.

Boenke, Michaela. "Bernardino Telesio." *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2013 Edition), ed., Edward N. Zalta. Erişim 05. 02. 2016. <<http://plato.stanford.edu/archives/fall2013/entries/telesio/>>.

Brundell, Barry. *Pierre Gassendi: From Aristotelianism to a New Natural Philosophy*. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1987.

Bumin, Tülin. *Tartışılan Modernlik: Spinoza ve Descartes*. İstanbul: Yapı Kredi Yayınları, 1996.

Burt, Edwin A. *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*. London: Kegan Paul, Trench, Trubner & CO. LTD, 1925.

Butts, Robert E. "Some Tactics in Galileo's Propaganda for the Mathematization of Science Experience." *New Perspectives on Galileo*, ed., R. E. Butts, J. C. Pitt. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1978.

Büttner, Jochen, Peter Damerow and Jürgen Renn. "Galileo's Unpublished Treatises." *The Reception of the Galilean Science of Motion in Seventeenth-Century Europe*, ed., C. R. Palmerino and J. M. M. H. Thijssen. Dordrecht: Springer, 2004.

Cartwright, Nancy. *How the Laws of Physics Lie*. New York: Oxford University Press, 1983.

Cassirer, Ernst. "Newton and Leibniz." *The Philosophical Review* 52/IV (1943): 366-391.

Celeyrette, Jean. "U.M.R. Savoirs et Textes (CNRS-Lille): Bradwardine's Rule: A Mathematical Law?." *Mechanics and Natural Philosophy Before The Scientific Revolution*, ed., W.R. Laird and S. Roux. Dordrecht: Springer, 2008.

Cevizci, Ahmet. *On Yedinci Yüzyıl Felsefesi*. İstanbul: Say, 2013.

Clagett, Marshall. *The Science of Mechanics in the Middle Ages*. Madison: The University of Wisconsin Press, 1959.

"Closer to Truth." Son Güncelleme 9 Eylül, 2016.
<http://www.closertotruth.com/series/what-the-origin-the-laws-nature>

Cohen, H. Floris. "The Onset of the Scientific Revolution: Three Near-Simultaneous Transformations." *The Science of Nature in the Seventeenth Century: Pattern of Change in Early Modern Natural Philosophy*, ed., P. R. Ansety and J. A. Schuster. Dordrecht: Springer, 2005.

Cohen, I. Bernard. *The Newtonian Revolution*. Cambridge: Cambridge University Press, 1980.

---. "Newton'a Third Law and Universal Gravity." *Journal of the History of Ideas* 48/IV (1987): 571-593

---. *The Birth of a New Physics*. London: Penguin Books, 1992.

Cohen, Morris and I. E. Drabkin. *A Source Book in Greek Science*. New York; Toronto; London: McGrawhill Book Company, 1948.

Cohen, Morris and Ernest Nagel. *An Introduction to Logic and Scientific Method*. New Delhi: Allied Publishers Limited, 1968.

Collingwood, Robin. *The Idea of Nature*. Oxford: The Clarendon Press, 1945.

Cottingham, John. *Akılçılık*, çev., Bülent Gözkan. İstanbul: Doruk Yayıncılık, 2003.

---. *A Descartes Dictionary*. Cambridge: Blackwell Publishers, 1993.

Crombie, Alistair C. *Robert Grosseteste and the Origins of Experimental Science*. Oxford: Clarendon Press, 1953.

Cushing, James T. *Fizikte Felsefi Kavramlar 1*, çev., Özgür Sarioğlu. İstanbul: Sabancı Üniversitesi Yayınları, 2010.

Çalışkan, Ahmet S. *Tekhné'nin Ontolojik Dönüşü: Modern Bilimde Pratiğin Paradigması ve Kurucu Etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Marmara Üniversitesi, 2013.

Dear, Peter. "Circular Argument: Descartes' Vortices and Their Crafting as Explanations of Gravity." *Science of Nature in the Seventeenth Century: Pattern of Change in Early Modern Natural Philosophy*, ed., P. R. Anstey and J. S. Schuster. Dordrecht: Springer, 2005.

De Buzon, Frederic. "Beeckman, Descartes and Physico-Mathematics." *The Mechanization of Natural Philosophy*, ed., D. Garber and S. Roux. Dordrecht: Springer, 2013.

De Martins, Roberto. "Huygens's Reaction to Newton's Gravitational Theory." *Renaissance and Revolution: Humanists, Scholars, Craftsmen and Natural Philosophers in Early Modern Europe*, ed., J.V. Field and F.A. James. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

De Groot, Jean. "Distinguishing Between Natural Philosophy and Science: the Case of Ancient Mechanics." *In Distinctions of Being: Philosophical Approaches to Reality*, ed., Nikolaj Zunic. Washington: Catholic University of America Press, 2012.

---. "Dunamis and the Science of Mechanics: Aristotle on Animal Motion." *Journal of the History of Philosophy* 46/I (2008): 43-68.

Descartes, René. "Yöntem Üzerine Söylem." *Söylem, Kurallar, Meditasyonlar*, çev., Aziz Yardımlı. İstanbul: İdea, 1996.

---. *Metafizik Düşünceler*. çev., M. Karasan. Ankara: MEB, 1967.

---. *Felsefenin İlkeleri*. çev., Mesut Akın. İstanbul: Say, 2007.

---. “Aklın Yönetimi İçin Kurallar.” *Söylem, Kurallar, Meditasyonlar*, çev., Aziz Yardımlı. İstanbul: İdea, 1996.

---. “İlk Felsefe Üzerine Meditasyonlar.” *Söylem, Kurallar, Meditasyonlar*, çev., Aziz Yardımlı. İstanbul: İdea, 1996.

---. “Principles of Philosophy.” *The Philosophical Writings of Descartes Vol. 1*, ed., J. Cottingham, R. Stoothoff, D. Murdoch. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

Dijksterhuis, Eduard Jan. *The Mechanization of the World Picture: Pythagoras to Newton*. trans., C. Dikshoorn. New Jersey: Princeton University Press, 1986.

---. *Archimedes*. New Jersey: Princeton University Press, 1987.

Disalle, Robert. "Space and Time: Inertial Frames." *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2009 Edition), ed., Edward N. Zalta. Erişim 15. 03. 2016. <<http://plato.stanford.edu/archives/win2009/entries/spacetime-iframes/>>.

Ducheyne, Steffen. “Bacon’s Idea and Newton’s Practice of Induction.” *Philosophica* 76 (2005): 115-128.

Dobbs, Betty J. T. ve Margaret C. Jacob. *Newton ve Newtonculuk Kültürü*. çev., Gökçen Ezber. İstanbul: İzdüşüm Yayınları, 2000.

Dobbs, Betty J. T. “Newton’s Alchemy and His Theory of Matter.” *The Scientific Enterprise in Early Modern Europe: Reading from Isis*, ed., P. Dear. Chicago: The University of Chicago Press, 1991.

Downing, Lisa. “Maupertius on Attraction as an Inherent Property of Matter.” *Interpreting Newton*, ed., A. Janiak and E. Schliesser. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.

Drake, Stilman and I. E. Drabkin. *Mechanics in Sixteenth-Century Italy: Selections from Tartaglia, Bedenetti, Guido Ubaldo and Galileo*. London: The University of Wisconsin Press, 1969.

Duhem, Pierre. *To Save the Phenomena: An Essay on the Idea of Physical Theory from Plato to Galileo*. trans., E. Dolan and C. Maschler. Chicago: University of Chicago Press, 1969.

Dunlop, Katherine. “What Geometry Postulates: Newton and Barrow on the Relationship of Mathematics to Nature.” *Interpreting Newton*, ed., A. Janiak and E. Schliesser. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.

Duralı, Teoman. *Akıl Anatomisi: Salt Akıl Eleştirisinin Teşrihi*. İstanbul: Dergâh Yayınları, 2013.

Dyck, Maarten Van. “An Archeology of Galileo’s Science of Motion.” Yayınlanmamış doktora tezi, Universiteit Gent, 2006.

The Encyclopaedic Dictionary of Physics. Oxford: Pergamon Press, 1964.

Fales, Evan. *Causation and Universals*. London; New York: Routledge, 1990.

Fazlıoğlu, İhsan. “Aristoteles’te Nicelik Sorunu.” Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, 1998.

Feynman, Richard. *Fizik Yasaları Üzerine*. çev., Nermin Arık. Ankara: Tübitak, 1995.

Freudenthal, Gad. “Clandestine Stoic Concepts in Mechanical Philosophy: The Problem of Electrical Attraction.” *Renaissance and Revolution: Humanists, Scholars, Craftsmen and Natural Philosophers in Early Modern Europe*, ed., J.V. Field and F.A. James. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

Finnocchiaro, Maurice A. *Galileo and the Art of Reasoning: Rethorical Foundations of Logic and Scientific Method*. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1980.

Finnocchiaro, Maurice A. *Defending Copernicus and Galileo*. Las Vegas: Springer Science, 2010.

Fisher, Saul. "Atomism." *Encyclopedia of the Scientific Revolutions: From Copernicus to Newton*, ed., W. Applebaum. London; New York: Garland Publishing, 2000.

Fisher, Saul. "Pierre Gassendi." *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2014 Edition), ed., Edward N. Zalta. Erişim 21. 10. 2015. <<http://plato.stanford.edu/archives/spr2014/entries/gassendi/>>.

Fraassen, Bas C. Van. *An Introduction to the Philosophy of Time and Space*. New York: Columbia University Press, 1992.

Freely, John. *The Emergence of Modern Science, East and West*. İstanbul: Boğaziçi University, 2004.

Friedman, Micheal. "Newton and Kant on Absolute Space: from Teology to Transcendental Philosophy." *Interpreting Newton*, ed., A. Janiak and E. Schliesser. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.

Gabbey, Alan. "What was "Mechanical" about "The Mechanical Philosophy"?" *The Reception of the Galilean Science of Motion in Seventeenth-Century Europe*, ed., C. R. Palmerino and J. M. M. H. Thijssen. Dordrecht: Springer, 2004.

---. "Between *Ars* and *Philosophia Naturalis*: Reflections on the Historiography of Early Modern Mechanics." *Renaissance and Revolution: Humanists, Scholars, Craftsman and Natural Philosophers in Early Modern Europe*, ed., J.V. Field and F.A. James. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

Garber, Daniel. "Philosophia, Historia, Mathematica: Shifting in the Dixciplinary Geography of the Seventeenth Century." *Scientia in Early Modern Philosophy: Seventeenth Century Thinkers on Demonstrative Knowledge from First Principles*, ed., T. Sorell, G. Rogers, J. Kraye. Dordrecht: Springer, 2010

---. "Remarks of the Pre-history of the Mechanical Philosophy." *The Mechanization of Natural Philosophy*, ed., D. Garber and S. Roux. Dordrecht: Springer, 2013.

---. "Leibniz, Newton and Force." *Interpreting Newton*, ed., A. Janiak and E. Schliesser. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.

---. "Descartes' Physics." *The Cambridge Companion to Descartes*, ed., J. Cottingham. New York: Cambridge University Press, 1992.

Galilei, Galileo. *Dialogues Concerning Two New Sciences*. trans., H. Crew and A. De Salvio. New York: William Andres Publishing, 2010.

---. *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog*. çev., Reşit Aşcıoğlu. İstanbul: İş Bankası Yayınları, 2008.

---. *The Essential Galileo*. ed., and trans., M. A. Finocchiaro. Cambridge: Heckett Publishing, 2008.

---. *On Motion and On Mechanics (De Motu)*, trans., I.E. Drabkin and S. Drake, Madison: University of Wisconsin Press, 1960.

Gaukroger, Stephan. *Descartes' System of Natural Philosophy*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

---. *Francis Bacon and Transformation of Early Modern Philosophy*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

---. "The Unity of Natural Philosophy and the End of Scientia", *Scientia in Early Modern Philosophy: Seventeenth Century Thinkers on Demonstrative Knowledge from First Principles*, ed., T. Sorell, G. Rogers, J. Kraye, Dordrecht: Springer, 2010.

Gavroğlu, Kostas. *Bilimlerin Geçmişinden Tarih Üretmek*. çev., Ari Çokana. İstanbul: İletişim Yayınları, 2006.

Giere, Ronald. "The Skeptical Perspective: Science without Laws of Nature." *Laws of Nature*, ed., F. Weinert. Berlin: Gruyter, 1995.

Giusti, Enrico. "A Master and His Pupils: Theories of Motion in the Galilean School." *The Reception of the Galilean Science of Motion in Seventeenth-Century Europe*, ed., C. R. Palmerino and J. M. M. H. Thijssen. Dordrecht: Springer, 2004.

Goddu, Andre. "Impetus." *Encyclopedia of the Scientific Revolutions: From Copernicus to Newton*, ed., W. Applebaum. London; New York: Garland Publishing, 2000.

Gower, Barry. *Scientific Method: An Historical and Philosophical Introduction*. London: Routledge, 1997.

Guicciardini, Niccolo. "Analysis and Synthesis in Newton's Mathematical Work" *The Cambridge Companion to Newton*, ed., I. B. Cohen ve G. E. Smith. Cambridge: Cambridge University Press, 2004

Grant, Edward. *Pyhsical Sciences in Middle Ages*. New York: John Wiley and Sons Inc, 1971.

Hall, Alfred Rupert and Marie Hall. "Newton's Theory of Matter." *Isis* 51/II (1960): 131-144.

Hall, Alfred Rupert. "Afterword: Retrospection on the Scientific Revolution." *Renaissance and Revolution: Humanists, Scholars, Craftsmen and Natural Philosophers in Early Modern Europe*, ed., J.V. Field and F.A. James. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

---. *The Scientific Revolutions 1500-1800: Formation of the Modern Scientific Attitude*. London: Longsman, 1954.

---. *From Galileo to Newton 1630-1720*. New York: Harper & Row, 1963.

Hattab, Helen. "Laws of Nature." *Encyclopedia of the Scientific Revolutions: From Copernicus to Newton*, ed., W. Applebaum. (London; New York: Garland Publishing, 2000.

---. "From Mechanics to Mechanism: The Quaestiones Mechanicae and Descartes' Physics." *Science of Nature in the Seventeenth Century: Pattern of Change in Early Modern Natural Philosophy*, ed., P. R. Anstey and J. S. Schuster. Dordrecht: Springer, 2005.

Hatfield, Gary. "René Descartes." *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2015 Edit.), ed., Edward N. Zalta. Erişim 20. 05. 2015. <<http://plato.stanford.edu/archives/fall2015/entries/descartes/>>.

Hawking, Stephen and Leonard Mlodinov. *Zamanın Daha Kısa Tarihi*. çev., Selam Ögünç. İstanbul: Doğan Kitapçılık, 2005.

Heidegger, Martin. "Modern Bilim, Metafizik ve Matematik." *Bilim Üzerine İki Ders*, çev., Hakkı Hünler. İstanbul: Paradigma Yayınları, 1998.

Helbing, Mario Otto. "Mechanics and Natural Philosophy in Late 16th Century Pisa: Cesalpino and Buonamici, Humanist Masters of the Faculty of Arts." *Mechanics and Natural Philosophy Before The Scientific Revolution*, ed., W.R. Laird and S. Roux. Dordrecht: Springer, 2008.

Henry, John. "Matter." *Encyclopedia of the Scientific Revolutions: From Copernicus to Newton*, ed., W. Applebaum. London & New York: Garland Publishing, 2000.

---. *The Scientific Revolutions and the Origins of Modern Science*. New York: Palgrave, 2002.

Hesse, Mary B. *Forces and Fields: The Concept of Action at a Distance in the History of Physics*. London; New York: T. Nelson, 1961.

Hessen, Boris ve Henryk Grossmann. *The Social and Economic Roots of the Scientific Revolutions*. ed., G. Frudenthal and P. Maclaughlin. Berlin: Springer, 2009.

Home, Roderick W. "Newton's Subtle Matter: The Opticks Queries and the Mechanical Philosophy." *Renaissance and Revolution: Humanists, Scholars, Craftsmen and Natural Philosophers in Early Modern Europe*, ed., J.V. Field and F.A. James. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

Hooykaas, Reijer. *Religion and the Rise of Modern Science*. Edinburgh; London: Scottish Academic Press, 1972.

Hutchison, Keith. "What Happened to Occult Qualities in the Scientific Revolution?." *The Scientific Enterprise in Early Modern Europe: Reading from Isis*, ed., P. Dear. Chicago: The University of Chicago Press, 1991.

Huggett, Nick and Carl Hoefer. "Absolute and Relational Theories of Space and Motion." *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2015 Edition), ed., E. N. Zalta. Erişim 02. 09. 2015. <<http://plato.stanford.edu/archives/spr2015/entries/spacetime-theories/>>.

Hugget, Nick. "What did Newton Mean by Absolute Motion?." *Interpreting Newton*, ed., A. Janiak and E. Schliesser. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.

Hume, David. *İnsanın Anlama Yetisi Üzerine Bir Soruşturma*. ev., Oru Aruoba. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 1976.

Jammer, Max. *Concepts of Mass in Contemporary Physics and Philosophy*. Princeton: Princeton University Press, 2009.

---. *Concepts of Force: A Study in the Foundation of Dynamics*. Cambridge: Harvard University Press, 1957.

---. *Concepts of Space: The History of Theories of Space in Physics*. New York: Dover Publications, 1994.

Jones, W.T. *Batı Felsefesi Tarihi I. Cilt*. ev., Hakkı Hünler. İstanbul: Paradigma Yayınları, 2006.

Joy, Lynn S. "Dispositional Explanations: Boyle's Problem, Newton's Solution, Hume's Response." *Interpreting Newton*, ed., A. Janiak and E. Schliesser. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.

Kargon, Robert. "Walter Charleton, Robert Boyle and Acceptance of Epicurean Atomism in England." *Isis* 55/II (1964): 184-192.

Kragh, Helge S. *An Introduction to the Historiography of Science*. New York: Cambridge University Press, 1989.

Kuhn, Thomas S. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: The University of Chicago Press, 1996.

---. *Asal Gerilim: Bilimsel Gelenek ve Değişim Üzerine Seçme İncelemeler*. çev., Yakup Şahan. İstanbul: Kabalcı, 1994.

---. *Kopernik Devrimi*. çev., H. Turan, D. Bayrak, S. K. Çelik. Ankara: İmge Kitapevi, 2007.

---. "The Function of Measurement in Modern Physical Science." *Isis* 52 (1961): 161-193.

---. "Robert Boyle and Structural Chemistry in the Seventeenth Century." *The Scientific Enterprise in Early Modern Europe: Reading from Isis*, ed., P. Dear. Chicago: The University of Chicago Press, 1991.

Kuhn, Heinrich. "Aristotelianism in the Renaissance." *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2014 Edition), ed., Edward N. Zalta. Erişim 15. 02. 2016. <<http://plato.stanford.edu/archives/fall2014/entries/aristotelianism-renaissance/>>.

Koyré, Alexandre. *Bilim Tarihi Yazıları*. çev., K. Dinçer. Ankara: Tübitak, 2000.

---. *From Closed World to Infinite Universe*. Baltimore: Jhon Hopkins University Press, 1957.

---. *Kapalı Dünyadan Sonsuz Evrene*. çev., Aziz Yardımlı. İstanbul: Idea, 1998.

---. *Bilim ve Devrim: Newton*. çev., Nuri Küçük. İstanbul: Salyangoz Yayınları, 2006.

Kusukawa, Sachiko. "Bacon's Classification of Knowledge." *The Cambridge Companion to Bacon*, ed. Markku Peltonen. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

Lacey, Alan. *A Dictionary of Philosophy*. London: Routledge, 1996.

Laudan, Larry. *Science and Hypothesis*. Dordrecht: Springer, 1981.

Laird, Walter Roy. "Nature, Mechanics and Voluntary Movement in Giuseppe Moletti's Lectures on the Pseudo-Aristotelian Mechanica." *Mechanics and Natural Philosophy Before The Scientific Revolution*, ed., W.R. Laird and S. Roux. Dordrecht: Springer, 2008.

---. "Medieval Science and the Scientific Revolution." *Encyclopedia of the Scientific Revolutions: From Copernicus to Newton*, ed., W. Applebaum. London; New York: Garland Publishing, 2000.

Laird, Walter Roy and Sophie Roux. "Introduction." *Mechanics and Natural Philosophy Before The Scientific Revolution*, ed., W.R. Laird and S. Roux. Dordrecht: Springer, 2008.

Livesey, Steven J. "Divine Omnipotence and First Principles: A Late Medieval Argument on the Subalternation of the Sciences." *Thinking Impossibilities: The Intellectual Legacy of Amos Funkenstein*, ed., R. S. Westman and D. Biale. Toronto: The University of Toronto Press, 2008.

---. "William of Ockham, the Subalternate Sciences and Aristotle's Theory of Metabasis." *The British Journal for the History of Science* 18/II (1985): 127-145.

---. "The Oxford Calculatores, Quantification of Qualities and Aristotle's Prohibition of Metabasis." *Vivarium* 24/I (1986): 50-69.

---. "Metabasis: The Interrelationship of Sciences in Antiquity and the Middle Ages." Doktora tezi, University of California, 1982.

Lolordo, Antonia. *Pierre Gassendi and The Birth of Early Modern Philosophy*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

Lucretius. *De Rerum Natura*. çev., Tomris ve Turgut Uyar. İstanbul: Hürriyet Yayınları, 1974.

Machamer, Peter, J. E. McGuire and Hylarie Kochiras. "Newton and the Mechanical Philosophy: Gravitation as the Balance of the Heavens." *The Southern Journal of Philosophy* 50/III (2012): 370-88.

Machamer, Peter. "Galileo and the Causes." *New Perspectives on Galileo*, ed., R. E. Butts and J. C. Pitt. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1978.

---. "Galileo Galilei." *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2014 Edition), ed., E. N. Zalta. Erişim 15.04.2016. <<http://plato.stanford.edu/archives/win2014/entries/galileo/>>.

MacLachlan, James. *Galileo Galilei: First Physicist*. Oxford: Oxford University Press, 1997.

---. *Galileo Galilei: İlk Fizikçi*, çev., İnci Kalınyazgan. Ankara: TÜBİTAK, 2008.

Mahoney, Michael. "Barrow's Mathematics: Between Ancients and Moderns." *Before Newton: The Life and Times of Isaac Barrow*, ed., M. Feingold. Cambridge: CUP, 1990.

Malet, Antoni. "Between Mathematics and Experimental Philosophy: Hydrostatics in Scotland about 1700." *The Mechanization of Natural Philosophy*, ed., D. Garber and S. Roux. Dordrecht: Springer, 2013.

---. "Isaac Barrow on the Mathematization of Nature: Theological Voluntarism and the Rise of Geometrical Optics." *Journal of the History of Ideas* 52/II (1997): 265-287.

Malherbe, Michel. "Bacon's Method of Science." *The Cambridge Companion to Bacon*, ed., Markku Peltonen. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

Mankiewicz, Richard. *Matematiğin Tarihi*. çev., G. Ezber. İstanbul: Güncel Yayıncılık, 2000.

Manning, Gideon. "Descartes' Healthy Machines and the Human Exception." *The Mechanization of Natural Philosophy*, ed., D. Garber and S. Roux. Dordrecht: Springer, 2013.

Meli, Domenico Bertoloni. *Thinking with Objects: The Transformation of Mechanics in the Seventeenth Century*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2006.

McKirahan, Richard D. "Aristotle's Subordinate Sciences." *The British Journal for the History of Science* 11/III (1978): 197-220.

McMullin, Ernan. "The Conception of Science in Galileo's Works." *New Perspectives on Galileo*, ed., R. E. Butts, J. C. Pitt. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1978.

McMullin, Ernan. "Hypothesis." *Encyclopedia of the Scientific Revolutions: From Copernicus to Newton*, ed., W. Applebaum. London; New York: Garland Publishing, 2000.

Meinel, Christoph. "Early Seventeenth-Century Atomism: Theory, Epistemology and the Insufficiency of Experiment." *The Scientific Enterprise in Early Modern Europe: Reading from Isis*, ed., P. Dear. Chicago: The University of Chicago Press, 1991.

Motz, Lloyd and J. Hane Weaver. *The Story of Mathematics*. New York: Avonbook, 1910.

Netz, Reviel and William Noel. *The Archimedes Codex*. USA: De Capo Press, 2007.

---. *Arşimet'in Elyazmaları*, çev., Z. Anbarcıoğlu. İstanbul: Alfa, 2012.

Newton, Isaac. *Mathematical Principles of Natural Philosophy*. trans., Florian Cajori and Andrew Motte. Berkeley; Los Angeles; London: University of California Press, 1974.

---. *Optikcs*. London: Printers to Royal Society, 1704.

Nnaji, John O. "Concept of the "Scientific Revolution": An Analysis of the Historiographical Appraisal of the Traditional Claims of Science." Unpublished Doctorate Thesis, Universitat De Les Illes Balears, 2013.

Osler, Margaret J. "Galileo, Motion and Essences." *The Scientific Enterprise in Early Modern Europe: Reading from Isis*, ed., P. Dear. Chicago: The University of Chicago Press, 1991.

---. "Gassendi, Pierre." *Encyclopedia of the Scientific Revolutions: From Copernicus to Newton*, ed., W. Applebaum. London; New York: Garland Publishing, 2000.

Parry, Richard. "Episteme and Techne." *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2014 Edition), Edward N. Zalta. Erişim 10.08.2016 <<http://plato.stanford.edu/archives/fall2014/entries/episteme-techne/>>.

Pitt, Joseph C. *Galileo, Human Knowledge and the Book of Nature: Method Replaces Metaphysics*. Netherlands: Springer, 1992.

Rossi, Paolo. "Bacon's Idea of Science." *The Cambridge Companion to Bacon*, ed., Markku Peltonen. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

---. *Modern Bilimin Doğuşu*. çev., N. Domaniç. İstanbul: Litera, 2009

Sambursky, Samuel. *Physics of the Stoics*. London: Routledge and Kegan Paul Ltd. 1959.

Sarnowsky, Jürgen. "Concept of Impetus and the History of Mechanics." *Mechanics and Natural Philosophy Before The Scientific Revolution*, ed., W.R. Laird and S. Roux. Dordrecht: Springer, 2008.

Sertöz, Sinan. "Arşimet'in Küreleri." *Matematik Dünyası* 4/III (1994): 1-2

Schiefsky, Mark J. "Theory and Practice in Heron's Mechanics." *Mechanics and Natural Philosophy Before The Scientific Revolution*, ed., W.R. Laird and S. Roux. Dordrecht: Springer, 2008.

---. "Art and Nature in Ancient Mechanics." *The Artificial and the Natural: An Evolving Polarity*, ed., B. B. Vincent and W. R. Newman. Cambridge, Massachusetts, London: The MIT Press, 2007.

Schuster, John A. "Waterworld: Descartes' Vortical Celestial Mechanics." *The Science of Nature in the Seventeenth Century: Pattern of Change in Early Modern Natural Philosophy*, ed., P. R. Ansety and J. A. Schuster. Dordrecht: Springer, 2005.

---. "Internalist/Externalist Historiography." *Encyclopedia of the Scientific Revolutions: From Copernicus to Newton*, ed., W. Applebaum. London; New York: Garland Publishing, 2000.

---. *Descartes-Agonistes: Physico-mathematics, Method and Corpuscular-Mechanism 1618-1633*. Dordrecht: Springer, 2013.

Scriven, Micheal. "The Psycho-Logical Foundations of Modern Science." *New Metaphysical Foundations of Modern Science*, ed., W. Harman and J. Clark. Michigan: Edward Brothers, 1994.

Shea, William R. "The "Rational" Descartes and the "Empirical" Galileo." *The Reception of the Galilean Science of Motion in Seventeenth-Century Europe*, ed., C. R. Palmerino and J. M. M. H. Thijssen. Dordrecht: Springer, 2004.

Slowik, Edward. "Descartes' Physics." *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2014 Edition), ed., Edward N. Zalta. Erişim 03. 03. 2016. <<http://plato.stanford.edu/archives/sum2014/entries/descartes-physics/>>.

Skirbekk, Gunnar ve Nils Gilje. *Antik Yunan'dan Modern Döneme Felsefe Tarihi*. çev., E. Akbaş ve Ş. Mutlu. İstanbul: Kesit Yayınları, 2006.

Steele, Brett D. and Tamera Dorland. "Introduction." *Heirs of Archimedes: Science and Art of War through the Age of Enlightenment*, ed., Brett D. Steele and Tamera Dorland. Cambridge: The MIT Press, 2005.

Smith, George E. "The Methodolgy of Principia." *The Cambridge Companion to Newton*, ed. I. B. Cohen ve G. E. Smith. Cambridge: Cambrdige University Press, 2004.

---. "How Newton's Principia Changed Physics." *Interpreting Newton*, ed., A. Janiak and E. Schliesser. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.

Smith, Kurt. *The Descartes Dictionary*. London: Bloomsbury Publication, 2015.

Smith, Mark. "Knowing Things Inside Out: The Scientific Revolution from a Medieval Perspective." *The American Historical Review* 95/III (1990): 726-744.

Stephenson, Bruce. *Kepler's Physical Astronomy*. New York: Springer, 1987.

Sylvia Berryman, "Ancient Atomism." *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2011 Edition), ed., Edward N. Zalta. 21. 11. 2016.
<<http://plato.stanford.edu/archives/win2011/entries/atomism-ancient/>>.

Palmerino, Carla Rita. "Galileo's Theories of Free Fall and Projectile Motion as Interpreted by Pierre Gassendi." *The Reception of the Galilean Science of Motion in Seventeenth-Century Europe*, ed., C. R. Palmerino and J. M. M. H. Thijssen. Dordrecht: Springer, 2004.

---. "The Geometrization of Motion: Galileo's Triangle of Speed and its Various Transformations." *Early Science and Medicine* 15 (2010): 410-447

Paty, Michal. "The Idea of Quantity at the Origin of the Legitimacy of Mathematization of Physics." *Constructivism and Practice: Towards a Social and Historical Epistemology*, ed., C. Gould. Lanham: Rowman & Littlefield, 2003.

Pérez-Ramos, Antonio. "Bacon's Legacy." *The Cambridge Companion to Bacon*, ed., Markku Peltonen. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

---. *Francis Bacon's Idea of Science and the Maker's Knowledge Tradition*. Oxford: Clarendon Press, 1988.

Pitt, Joseph C. "Measurement." *Encyclopedia of the Scientific Revolutions: From Copernicus to Newton*, ed., W. Applebaum. London; New York: Garland Publishing, 2000.

Platon. *Timaios*. çev., E. Güney ve L. Ay. İstanbul: Sosyal Yayınları, 2002.

---. *Phaedrus*. trans., Robin Waterfield. New York: Oxford University Press, 2002.

Power, Jonathan. *Philosophy and the New Physics*. London and New York: Routledge, 1985.

Purnell, Fred. "Francesco Patrizi." *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2008 Edition), ed., Edward N. Zalta. Erişim 05. 02. 2016. <<http://plato.stanford.edu/archives/fall2008/entries/patrizi/>>.

Preus, Anthony. *Historical Dictionary of Ancient Greek Philosophy*. Lanham; Toronto; Plymouth: The Scarecrow Press, 2007.

Reid, Jasper. *The Metaphysics of Henry More*. Dordrecht: Springer Science and Business Media, 2012.

Ruby, Jane E. "Origin of Scientific Law." *Journal of the History of Ideas* 47/III (1996): 219-244.

Ronan, Colin A. *Bilim Tarihi: Dünya Kültürlerinde Bilimin Tarihi ve Gelişmesi*. çev., E. İhsanoğlu ve F. Gunergun. Ankara: TÜBİTAK, 1983.

Roux, Sophie. "Cartesian Mechanics." *The Reception of the Galilean Science of Motion in Seventeenth-Century Europe*, ed., C. R. Palmerino and J. M. M. H. Thijssen. Dordrecht: Springer, 2004.

Rynasiewicz, Robert. "Newton's Views on Space, Time, and Motion." *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2014 Edition), ed., Edward N. Zalta. Erişim 20. 02. 2016. <<http://plato.stanford.edu/archives/sum2014/entries/newton-stm/>>.

Tabak, John. *Mathematics and the Laws of Nature: Developing the Language of Science*. New York: Fact on File, 2011.

Tartaglia, Nicolo. "New Science." *Mechanics in Sixteenth-Century Italy: Selections from Tartaglia, Bedenetti, Guido Ubaldo and Galileo*, ed., Stilman Drake and I. E. Drabkin. London: The University of Wisconsin Press, 1969.

---. "Various Questions and Inventions." *Mechanics in Sixteenth-Century Italy: Selections from Tartaglia, Bedenetti, Guido Ubaldo and Galileo*, ed., Stilman Drake and I. E. Drabkin. London: The University of Wisconsin Press, 1969.

Tinkler, John F. "Bacon and History." *The Cambridge Companion to Bacon*, ed. Markku Peltonen. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

Tura, Saffet Murat. *Madde ve Mana: Rasyonalistenin Kökeni*. İstanbul: Metis, 2011.

Valleriani, Matteo. *Galileo Engineer*. Dordrecht: Springer, 2010.

Vermeir, Koen and Sorana Corneanu. "Idols of the Imagination: Francis Bacon on the Imagination and the Medicine of the Mind." *Perspective on Science* 2/II (2012): 183-206.

Vilain, Cheistiane. "Christiaan Huygen's Galilean Mechanics." *The Reception of the Galilean Science of Motion in Seventeenth-Century Europe*, ed., C. R. Palmerino and J. M. M. H. Thijssen. Dordrecht: Springer, 2004.

Wallace, William A. *Prelude to Galileo: Essays on Medieval and Sixteenth-Century Sources of Galileo's Thought*. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1981.

Walton, Micheal T. "Active Principle." *Encyclopedia of the Scientific Revolutions: From Copernicus to Newton*, ed., W. Applebaum. London; New York: Garland Publishing, 2000.

Westfall, Richard S. "Mechanical Philosophy." *Encyclopedia of the Scientific Revolutions: From Copernicus to Newton*, ed., W. Applebaum. London; New York: Garland Publishing, 2000.

---. *Force in Newton's Physics: The Science of Dynamics in the Seventeenth Century*. New York: Science History Publications, 1971.

---. *Modern Bilimin Doğuşu*, çev., İsmail H. Duru. Ankara: TÜBİTAK, 2008.

Westman, Robert S. "The Melanchton Circle, Rheticus and the Wittemberg Interpretation of the Copernican Theory." *The Scientific Enterprise in Early Modern Europe: Reading from Isis*, ed., P. Dear. Chicago: The University of Chicago Press, 1991.

Whittaker, Edmund. *From Euclid to Eddington*. New York: Dover Publication, 1958.

Wildberg, Christian. "John Philoponus." *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2016 Edit.), ed., E. N. Zalta: <<http://plato.stanford.edu/archives/spr2016/entries/philoponus/>>.

Wilson, Catherine. "Matter, Mortality, and the Changing Ideal of Science." *Scientia in Early Modern Philosophy: Seventeenth Century Thinkers on Demonstrative Knowledge from First Principles*, ed., T. Sorell, G. Rogers, J. Kraye. Dordrecht: Springer, 2010.

---. *Epicureanism at the Origins of Modernity*. New York: Oxford University Press, 2008.

Wisan, Winifred L. "Galileo's Scientific Method: A Reexamination." *New Perspectives on Galileo*, ed., R. E. Butts, J. C. Pitt. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1978.

---. "Galileo and the Emergence of a New Scientific Style." *Theory Change, Ancient Axiomatics and Galileo's Methodology Vol 1*, ed., J. Hintikka, D. Gruender, E. Agazzi. London: D. Reidel Publishing Company, 1978.

Yodger, Joella G. *Unrolling Time: Christiaan Huygens and the Mathematization of Nature*. New York: Cambridge University Press, 1988.

Zeller, Eduard. *Grek Felsefesi Tarihi*. çev., Ahmet Aydoğan. İstanbul: Say Yayınları, 2008.

Zilsel, Edgar. *The Social Origins of Modern Science*. Dordrecht: Springer, 2003.

---. "The Genesis of the Concept of Physical Law." *The Philosophical Review* 51/III (1942): 245-279.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Engin KOCA

Uyruğu: T.C.

Doğum Tarihi ve Yeri: 20 Şubat 1983, Çanakkale

Elektronik Posta: kocaengin@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Yılı
Lisans	ODTÜ, Eğitim Fakültesi, Matematik Öğr.	2006
Yüksek Lisans	Fatih Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik Anabilim Dalı	2011
Yüksel Lisans	Fatih Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Siyaset Bilimi Anabilim Dalı	2013
Doktora	İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Felsefe Anabilim Dalı	2017

İŞ TECRÜBESİ

Tarih	Kurum	Görev
2016-2017	İMU, Edebiyat Fakültesi, Felsefe Bölümü	Araştırma Görevlisi

YABANCI DİLLER

İleri düzeyde İngilizce

YAYINLAR

Engin Koca, “Elements of Modernization of Islam at the Transition from Ottoman Empire to Modern Turkey: In the Case of Orthodox Islam,” *Journal of Economic and Social Research* 16/I (2014), 71-86.