

ISAAC NEWTON
DOĞAL FELSEFENİN MATEMATİKSEL İLKELERİ
(SEÇMELER)



OPTİK
(SEÇMELER)

ISAAC NEWTON

*Doğal Felsefenin Matematiksel
İlkeleri*

(SEÇMELER)



Optik

(SEÇMELER)

Çeviren

Aziz Yardımlı

idea • istanbul

İdea Yayınevi
Şarap İskelesi Sk. 2/301 34425 Karaköy — İstanbul
iletisim@ideayayinevi.com / www.ideayayinevi.com

Bu çeviri için © AZİZ YARDIMLI 1997-2019

ISAAC NEWTON

Philosophiae Naturalis Principia Mathematica
(1687/1713/1725)

Doğal Felsefenin Matematiksel İlkeleri

(SEÇMELER)

Optik/Opticks

(1704/1717)

(SEÇMELER)

Usdışı İnsan ve Ussal Evren © Aziz Yardımlı 2016

Birinci Basım 1997

Beşinci Basım 2019

Tüm hakları saklıdır. Bu yayının hiçbir bölümü

İdea Yayınevinin ön izni olmaksızın

yeniden üretilemez

Baskı: Umut Matbaacılık

Fatih Cad. Yüksek Sok. No 11, Merter — İstanbul

Printed in Türkiye

ISBN 978 975 397 185 0

İçindekiler

Doğal Felsefenin Matematiksel İlkeleri

- Newton'ın Birinci Yayına Önsözü — 9
Newton'ın İkinci Yayına Önsözü — 12
Cotes'un İkinci Yayına Önsözü — 13
Newton'ın Üçüncü Yayına Önsözü — 14

KİTAP I CİSİMLERİN DEVİMİ

- Tanımlar — 13
Devim Belitleri ya da Yasaları — 42
İlk ve Son Oranlar Yöntemi — 55
Küresel Cisimlerin Çekim Kuvvetleri — 65

KİTAP III. EVRENİN DİZGESİ (Matematiksel İrdelemede) — 69

- Felsefede Uslamlama Kuralları — 70
Önergeler 4-6 (Yerçekimi Üzerine) — 73
Genel Not — 79



Optik

- Sorular — 87



EKLER

MEKTUPLAR VE PARÇALAR

- 1) Robert Boyle'a Bir Mektup [ETHER VE YERÇEKİMİ] — 125
- 2) Oldenburg'a Bir Mektuptan [HİPOTEZLER ÜZERİNE] — 129
- 3) Richard Bentley'e Bir Mektup [TANRI VE YERÇEKİMİ] — 130

- 4) Parça 1. “Gerçek Dinin Kısa Bir Şeması,” Newton’ın Bir Elyazmasından
[EVRENSEL TASAR] — **134**
- 5) Parça 2. “Gerçek Dinin Kısa Bir Şeması,” Newton’ın Bir Elyazmasından
[TANRI VE DOĞAL FELSEFE] — **135**
- 6) COTES’UN ÖNSÖZÜ ÜZERİNE NOT / H. S. THAYER — **136**

Arkasöz: Usdışı İnsan ve Ussal Evren / Aziz Yardımlı — **141**

Çözümleme / Aziz Yardımlı — **179**

Sözlük — **183**

Tam İçindekiler Tablosu — **185**

Dizin — **187**

ISAAC NEWTON
DOĞAL FELSEFENİN
MATEMATİKSEL İLKELERİ
(SEÇMELER)

[*Principia* Newton'ın yaşamı sırasında ilk kez 250 kopya olmak üzere 1687'de, ikinci kez 750 kopya olmak üzere Cotes tarafından 1713'te, ve üçüncü kez Pemberton tarafından 1726'da yayımlandı. Latince metin 1729'da Andrew Motte tarafından İngilizce'ye çevrildi. Florian Cajori çeviriyi gözden geçirdi ve metne tarihsel ve açıklayıcı notlar ekledi. *Principia* üç kitaptan oluşur. Birincisi cisimlerin boş uzaydaki devimlerini, ikincisi direnç gösteren bir ortamdaki devimi, üçüncüsü güneş dizgesinin fenomenlerini, kuyruklu yıldız yörüngelerini, tedirginliğı ve yıldızların paralakslarını ele alır ve ünlü Genel Notu kapsar.]

NEWTON'IN BİRİNCİ YAYIMA ÖNSÖZÜ*

ESKİLER (Pappus'un bize söylediği gibi) doğal şeyleri araştırmada en büyük önemi mekanik bilimine verdikleri için, ve modernler tözsel biçimleri ve okkült nitelikleri [*qualitatibus occultis*] yadsıyarak doğa fenomenlerini matematiğin yasaları altına almaya çabaladıkları için, bu incelemede matematiği felsefe ile ilgili olduğu ölçüde geliştirdim. Eskiler Mekanığı iki bakımdan irdelediler; ussal olarak, ki tanıtılma yoluyla doğru olarak ilerler, ve kılğısal olarak. Mekanığe adını veren tüm el sanatları kılğısal mekanığe aittir. Ama sanatçılar eksiksiz sağınlık ile çalışmadıkları için, Mekanik Geometriden öylesine ayırde edilir olmuştur ki, eksiksiz olarak sağın olan geometrik, daha az böyle olan ise mekanik olarak adlandırılır. Bununla birlikte, yanlılıklar sanatta değil ama sanatçılardadır. Daha az sağınlık ile çalışan biri eksik bir mekanikçidir; ve eğer biri eksiksiz sağınlık ile çalışabilseydi, tümü içinde en eksiksiz mekanikçi olurdu, çünkü geometriye dayanak olan dik açılının ve dairelerin betimlemesi mekanığe aittir. Geometri bize bu çizgileri çizmeyi öğretmez, ama onların çizilmesini ister, çünkü öğrenen birine geometriye girmeden önce ilkin bunların sağın olarak çizilmesinin öğretilmesini ister, ve daha sonra bu işlemler ile problemlerin nasıl çözülebileceğini gösterir. Dik çizgileri ve daireleri çizmek problemlerdir, ama geometrik problemler değil. Bu problemlerin çözümü mekanikten istenir, ve böyle çözüldükleri zaman, kullanımları geometri yoluyla gösterilir; ve dışarıdan getirilmiş bu birkaç ilkeden böyle birçok şey üretebilmesi geometrinin şanıdır. Bu nedenle geometri mekanik kılğı üzerine kurulur, ve evrensel mekanığın ölçme sanatını doğru olarak öneren ve tanıtlayan parçasından başka birşey değildir. Ama el sanatları başlıca cisimleri devindirme konusu ile tanışık olduğu için, geometri genellikle onların büyüklükleri ile, ve mekanik ise devimleri ile ilişkilendirilir. Bu anlamda ussal mekanik ne olursa olsun her kuvvetten sonuçlanan devimlerin ve herhangi bir devimi üretmek için gerekli kuvvetlerin doğru olarak önerilen ve tanıtılan bilimi olacaktır. Mekanığın bu bölümü, el sanatları ile ilgili

*[Birinci yayıma bu önsöze tarih verilmemiş ve yazarın adı belirtilmemiştir. "Is. Newton" imzası ve "Mayıs 1686" tarihi ilk kez 1713'deki ikinci yayımda bulunur.]

beş güce dek genişletildiği ölçüde, yerçekimini (bu bir el gücü olmadığı için) ağırlıkların bu güçler yoluyla devindirilmesinde olmaktan başka türlü görmeyen eskiler tarafından geliştirildi. Ama ben sanatlardan çok felsefeyi irdeliyor ve el güçleri üzerine değil ama doğal güçler üzerine yazıyorum, ve başlıca ağırlık, hafiflik, esnek kuvvet, sıvıların direnci ve ister çekici isterse itici olsunlar benzeri kuvvetler ile ilgili şeyleri irdeliyorum; ve dolayısıyla bu çalışmayı felsefenin matematiksel ilkeleri olarak öneriyorum, çünkü felsefenin bütün ağırlığı şundan oluşuyor görünür: Devim fenomenlerinden doğanın kuvvetlerini araştırmak, ve sonra bu kuvvetlerden çıkarak başka fenomenleri tanıtlamak; ve birinci ve ikinci kitaplardaki genel önermeler bu amaca yöneliktir. Üçüncü kitapta Evrenin Dizgesinin açıklamasında bunun bir örneğini veriyorum; çünkü önceki kitaplarda matematiksel olarak tanıtlanmış önermeler yoluyla üçüncüde gök fenomenlerinden cisimlerin güneşe ve çeşitli gezegenlere yönelmelerini sağlayan yerçekimi kuvvetlerini türetiyorum. Sonra bu kuvvetlerden, yine matematiksel olan başka önermeler yoluyla, gezegenlerin, kuyruklu yıldızların, ayın ve denizin devimlerini çıkarsıyorum. Doğa fenomenlerinin geri kalanını mekanik ilkelerden aynı türden usamlama yoluyla türetebilmemizi dilerdim, çünkü çeşitli nedenlerle tümünün de belli kuvvetlere bağımlı olabilecekleri kuşkusuna götürüldüm — kuvvetler ki onlar yoluyla cisimlerin parçacıkları, şimdiye dek bilinmeyen kimi nedenlerle, ya karşılıklı olarak birbirlerine doğru itilir ve düzenli betilerde birbirlerine tutunur, ya da birbirlerinden geri itilir ve uzaklaşırlar. Bu kuvvetler bilinmeyince, felsefeciler şimdiye dek Doğa araştırmasında boş girişimlerde bulunmuşlardır; ama umarım burada ortaya koyulan ilkeler ya bu felsefe yöntemine ya da daha doğru bir başkasına belli bir ışık düşürecekler.

Bu çalışmanın yayımında olağanüstü kavrayışlı ve evrensel bilgili Mr. Edmund Halley bana yalnızca baskı yanlışlarını düzeltmede ve geometrik şekilleri hazırlamada yardımcı olmakla kalmadı, ama çalışmanın yayımlanması da onun yüreklendirmelerinin sonucunda oldu; çünkü benden gök yörüngelerinin betisine ilişkin tanıtlamalarımı elde edince, beni sürekli olarak bunları Royal Society'ye iletmeye zorladı, ve daha sonra kurumun kibarca yüreklendirmeleri ve ricaları beni onları yayımlama konusunu düşünmeye yöneltti. Ama ay devimlerinin eşitsizliklerini gözlemeye, ve yerçekiminin ve öteki kuvvetlerin yasaları ve ölçüleri ile ilgili başka şeylerle ilgilenmeye başladıktan sonra—ki aralarında verili yasalara göre çekilen cisimler tarafından betimlenecek olan betiler; Kendi aralarında devinen çeşitli cisimlerin devimleri; cisimlerin direnen ortamlardaki devimi; ortamların kuvvetleri, yoğunlukları ve devimleri; kuyruklu yıldızların yörüngeleri, ve benzerleri vardı —, sözü edilen yayımlama işini bu sorunlar üzerine bir araştırma yapıcaya ve bütünü birarada ortaya çıkarıncaya dek erteledim. Ay devimleri ile ilgili olanları

(eksik oldukları için), tümüyle Önerme 66'nın Sonurgularının içine aldım, ve bunu orada kapsanan çeşitli şeyleri önerme ve konunun hak ettiğinden daha uzun bir yöntemde seçik olarak tanıtlama ve öteki önermelerin dizisini kesintiye uğratma gibi bir zorunluktan kaçınabilmek için yaptım. Geri kalanlardan sonra bulunan kimi şeyleri önermelerin ve alıntılarının sayısını değiştirmektense daha az uygun yerlere yerleştirmeyi yeğledim. Burada yapmış olduklarımın dayançla okunmasını, ve çok güç bir konudaki emeklerimin kınama gibi bir amaçla olmaktan çok eksiklerimi giderme bir amaçla yoklanmasını yürekten diliyorum.

IS. NEWTON

Cambridge, Trinity College, 8 Mayıs 1686

NEWTON'IN İKİNCİ YAYIMA ÖNSÖZÜ

PRINCIPIA'NIN bu ikinci yayımında birçok düzeltme ve kimi eklemeler yapıldı.* Birinci kitabın ikinci kesiminde, cisimlerin verili yörüngelerde döndürülebilmelerini sağlayan kuvvetlerin belirlenimi örneklendirilip genişletildi. İkinci kitabın yedinci kesiminde sıvıların direnci kuramı daha sağın olarak araştırıldı ve yeni deneyler ile doğrulandı. Üçüncü kitapta ay kuramı ve güneşitliklerinin gerilemesi kendi ilkelerinden daha tam olarak çıkarsandı; ve kuyruklu yıldızlar kuramı yörüngelerinin yine daha büyük bir doğrulukla yapılan hesaplamaları üzerine daha çok örnek tarafından doğrulandı.

IS. NEWTON

Londra, 28 Mart 1713

*[Birçok sayfanın yeniden yazılmasının yanı sıra en önemli değişiklik ikinci yayımı hazırlayan Cotes tarafından yazılan yeni bir Önsözün eklenmesi idi. Bkz. aşağıda s. 14.]

NEWTON'IN ÜÇÜNCÜ YAYIMA ÖNSÖZÜ

BU sorunlarda çok yetenekli bir insan olan Henry Pemberton, M.D., tarafından büyük özenle hazırlanan bu üçüncü yayımda ikinci kitapta ortamların direnci üzerine kimi noktalar daha önce olduğundan biraz daha kapsamlı olarak ele alındı, ve havada düşen ağır cisimlerin direnci üzerine yeni deneyler eklendi. Üçüncü kitapta ayın yörüngesinde yer çekimi kuvveti tarafından tutulduğunu tanıtlayan usamlama daha tam olarak bildirildi; ve Mr. Pound tarafından Jüpiter'in çaplarının birbirlerine oranı üzerine yapılan yeni gözlemler eklendi. Yine 1680 yılında görünen kuyruklu yıldız üzerine Almanya'da Mr. Kirk tarafından Kasım ayında yapılan ve elime yakınlarda ulaşan gözlemler de eklendi. Bunların yardımıyla kuyruklu yıldızların devimlerinin parabolik yörüngeleri ne denli yakından temsil ettikleri açığa çıkar. Bu kuyruklu yıldızın yörüngesi, Dr. Halley'in hesaplaması yoluyla, daha önce olduğundan biraz daha tam olarak bir elipste belirlenir. Ve bu eliptik yörüngede kuyruklu yıldızın izleğinin göklerin dokuz imi içinden ilerlediği olgusu gezegenlerin gökbilimde verilen eliptik yörüngelerde devinmeleri olgusu ile aynı sağnlık düzeyinde gösterilir. 1723 yılında görülen kuyruklu yıldızın yörüngesi de Oxford'da Gökbilim Profesörü olan Mr. Bradley'in hesaplaması ile eklenmiştir.

IS. NEWTON

Londra, 12 Ocak, 1725-6

ROGER COTES'UN PRINCIPIA 'NIN İKİNCİ YAYIMINA ÖNSÖZÜ* (1713)

Burada değerbilir okura Newton'ın *Felsefesinin* çoktandır beklenen yeni yayımını şimdi büyük ölçüde düzeltilmiş ve genişletilmiş olarak sunuyoruz. Bu ünlü çalışmanın başlıca içeriği [İçindekiler Tablosundan] çıkarılabilir. Eklenenler ya da değiştirilenler yazarın Önsözünde belirtilmiştir. Bize kalan şey bu felsefenin yöntemi ile ilgili birşeyler eklemeştir.

Doğal felsefeyi incelemiş olanlar kabaca üç sınıfa ayrılabilir. Bunların bir bölümü şeylerin birçok türüne belirli ve okkült nitelikler yüklemişlerdir ki, bunlara göre tikel cisimlerin fenomenlerinin bilinmeyen bir yolda ilerlemesi gerekir. Aristoteles'ten ve Peripatetiklerden türeyen okulların öğretilerinin tümü bu ilke üzerine kurulmuştur. Bunlar cisimlerin çeşitli etkilerinin o cisimlerin tikel doğalarından doğduğunu ileri sürerler. Ama o cisimlerin bu doğaları nereden türettiklerini bize söylemezler, ve dolayısıyla bize hiçbirşey söylemezler. Ve şeylerin kendilerini araştırmaktan çok bütünüyle şeylere adlar vermekle ilgilendikleri için, diyebiliriz ki bir felsefi konuşma yolu icat etmiş, ama bize gerçek felsefeyi bilinir kılmamışlardır.

*[Roger Cotes Önsözü Richard Bentley'in önerisi üzerine yazdı. Cotes Newton'a yazdığı mektupta Önsözün "özellikle felsefeciliğin tarzı" ile ilgilendiğini ve "yerçekimi ilkesinin doğa fenomenlerinden çıkarsanmasını" yalnızca ileri sürmeyip ayrıca açık kılacağını belirtti. Kitabın yayımından 26 yıl sonra yazılan Önsözün birincil amacı Descartes'ın burgaçlar kuramı ile çarpışmaktı. 1727'de İngiltere'yi ziyaret eden Voltaire'e göre Newton öldüğü zaman İngiltere'deki izleyicilerinin sayısı yirminin üzerinde değildi. Kartezyen dizge yalnızca Kitada değil, ama İngiltere üniversitelerinde de uzun bir süre boyunca yaygın olarak kabul edilen kuramdı.

Roger Cotes'a göre doğa yasaları hiçbir "zorunluk" kapsamaz, ve Newton'ın elma deneyi türündeki gözlemlerden "tümevarım" yoluyla türetilirler. Giderek Tanrı bile kendi doğasının zorunluluğundan davranmaz. Evrende olasılık ve keyfilik temel kavramlardır. "Zorunluk" kavramı Newton'ın yöntemini kendi felsefesine model olarak alan David Hume tarafından bir kez daha çürütüldü ve *evrensel ve zorunlu* olmayan 'doğa yasası' kavramı doğrulandı. Bütününde çağdaş "bilim felsefeciliği," Einstein'ın görelilik kuramları, quantum mekaniğinin Kopenhag yorumu, bilerek ya da bilmeyerek, bilimi tahmine, olasılığa, istasittige indirgeyen bu pozitivistik öncül üzerine dayanır,]

Başkaları ise bu yararsız sözler yığınına reddederek emeklerini daha büyük bir üstünlük uğruna uygulamaya çabalamışlardır. Bunlar tüm özdeğin türdeş olduğunu, ve cisimlerde görülen biçimler türdeşliğünün bileşen parçacıkların çok yalın ve açık ilişkilerinden doğduğunu kabul ederler. Ve eğer o birincil ilişkilere Doğanın vermiş olduklarından başka hiçbir ilişki yüklemiyorlarsa, yalın şeylerden daha bileşik olanlara gitmekle hiç kuşkusuz doğru yolda ilerlerler. Ama bilinmeyen betileri ve büyüklükleri, ve parçaların belirsiz durum ve devimlerini diledikleri gibi imgeleme, ve dahası herşeyi yerine getiren bir incelikle donatılı olan ve okkült devimlerle kaynaşarak cisimlerin gözeneklerine serbestçe yayılan okkült sıvıları varsayma özgürlüğünden yararlandıkları zaman, düşler ve kuruntularda tükenir ve şeylerin gerçek yapısını gözardı ederler — bir yapı ki hiç kuşkusuz biz ona en pekin gözlemler yoluyla bile pek ulaşamazken, aldatıcı tahminlerden türetilmeyecektir. Hipotezleri kurgularının ilk ilkeleri olarak alanlar, gerçi daha sonra o ilkelerden en büyük doğrulukla ilerleseler de, aslında ustaca bir romans oluşturabilirler, ama bu gene de bir romans olacaktır.

O zaman geriye deneysel felsefeyi elinde bulunduran üçüncü sınıf kalır. Bunlar gerçekten de tüm şeylerin nedenlerini olanaklı en yalın ilkelerden türetirler; ama sonra fenomenler tarafından tanıtılanmamış hiçbirşeyi bir ilke olarak varsaymazlar. Hiçbir hipotez kurmazlar, ne de onları gerçeklikleri tartışılabilir sorular olarak olmanın dışında felsefeye kabul ederler. Buna göre sentetik ve analitik olarak ikili bir yöntemde ilerlerler. Seçilen kimi fenomenlerden analiz yoluyla Doğanın kuvvetlerini ve daha yalın kuvvet yasalarını çıkarsarlar, ve onlardan sentez yoluyla geri kalanının yapısını gösterirler. Bu ünlü yazarımızın çok haklı olarak geri kalanlara yeğleyerek kabul ettiği ve benzersiz çabaları tarafından geliştirilip süslenmeye değer gördüğü biricik ve karşılaştırılamayacak kadar iyi felsefecilik yoludur. Bize Yerçekimi Kuramından çok talihli olarak çıkarsanan Evrenin Dizgesinin açıklaması yoluyla bunun çok ünlü bir örneğini vermiştir. Yerçekimi yüklemine tüm cisimlerde bulunması olgusundan ondan önce başkaları da kuşkulandılar ya da bunu imgelediler; ama bunu görüngülerden tanımlayabilen ve çok soylu kurgulara sağlam bir temel yapabilen biricik ve ilk felsefeci o oldu.

Aslında biliyorum ki belli önyargılara çok fazla boyun eğen kimi ünlüler bu yeni ilkeyi onaylamada isteksiz, ve bulanık kavramları pekin olanlara yeğlemeye hazırdırlar. Niyetim bu seçkin insanları ünlerinden yoksun bırakmak değil; yalnızca okurun önüne onun bu tartışmada hakça bir yargıda bulunmasını sağlayabilecek görüşleri sermekle yetineceğim.

Buna göre, uslamlamamıza en yalın ve bize en yakın olandan başla-yabilmek için, biraz dünyasal cisimlerdeki yerçekiminin doğasının ne olduğunu irdeleyelim, ve böylece onu bizden çok büyük uzaklıklarda bulunan göksel cisimlerde irdelemeye geçtiğimiz zaman daha büyük

bir güvenlik içinde ilerleyebilelim. Şimdi dünya çevresindeki tüm cisimlerin yerçekimi tarafından dünyaya doğru çekildikleri tüm felsefeciler tarafından kabul edilir. Bir ağırlığı olmayan hiçbir cismin bulunmadığı şimdi sayısız deneyim tarafından doğrulanmıştır. Göreli hafiflik olan şey gerçek değil ama ancak görünürde hafifliktir, ve bitişik cisimlerin üstün gelen ağırlığından doğar.

Dahası, tüm cisimlerin dünyaya doğru çekilmeleri gibi, dünya da yine tüm cisimlere doğru çekilir. Bununla yerçekimi etkisinin her iki yanda da karşılıklı ve eşit olduğu tanıtılır. Dünyanın kütesini eşit ya da eşitsiz herhangi iki parçaya bölelim; şimdi eğer parçaların birbirine doğru ağırlıkları karşılıklı olarak eşit olmasaydı, küçük olan ağırlık büyük olana yenik düşer, ve iki parça birlikte doğru bir çizgi üzerinde büyük ağırlığın eğilimli olduğu noktaya doğru belirsizce devinmeyi sürdürürdü, ki deneyime bütünüyle aykırıdır. Öyleyse parçaların birbirine doğru eğilim göstermelerini sağlayan ağırlıkların eşit olduklarını söylemeliyiz; eş deyişle, yerçekiminin etkisinin aykırı yönlerde karşılıklı ve eşit olduğunu.

Dünyanın özөгinden eşit uzaklıklardaki cisimlerin ağırlıkları cisimlerdeki özdek nicelikleri ile orantılıdır. Bu bir dinginlik durumundan ağırlıkları yoluyla düşen tüm cisimlerin eşit ivmelerinden çıkarsanır, çünkü eşitsiz cisimleri eşit olarak ivmelendiren kuvvetler devindirilecek özdeğin nicelikleri ile orantılı olmalıdır. Şimdi tüm düşen cisimlerin eşit ölçüde ivmelendikleri havanın direnci uzaklaştırıldığı zaman — Mr. Boyle'un bir boşluk üretici aygıtı içinde olduğu gibi — eşit zamanlarda eşit uzaylar betimlemeleri olgusundan görünür; ama bu sarkaç deneyleri yoluyla daha da doğru olarak tanıtılır. Eşit uzaklıktaki cisimlerin çekici kuvvetleri cisimlerdeki özdek nicelikleri ile orantılıdır. Çünkü cisimler dünyaya doğru ve dünya yine cisimlere doğru eşit momentlerle çekildiği için, dünyanın her bir cisme doğru ağırlığı ya da cismin dünyayı çekmesini sağlayan kuvvet aynı cismin dünyaya doğru ağırlığına eşit olacaktır. Ama bu ağırlığın cisimdeki özdek niceliği ile orantılı olduğu gösterilmiştir, ve dolayısıyla cismin dünyayı çekmesini sağlayan kuvvet, ya da cismin saltık kuvveti, aynı özdek niceliği ile orantılı olacaktır.

Öyleyse bütün cisimlerin çekim kuvveti parçaların çekim kuvvetlerinden doğar ve bileşir, çünkü, az önce gösterildiği gibi, eğer özdeğin kütlesi arttırılacak ya da azaltılacak olursa, gücü orantılı olarak artar ya da azalır. Öyleyse çıkarmamız gereken vargı dünyanın etkisinin onun parçalarının birleşik etkisinden oluştuğu, ve dolayısıyla tüm dünyasal cisimlerin birbirlerini karşılıklı olarak çekmeleri ve bunun çeken özdekler ile orantılı olan saltık kuvvetler ile olması gerektiğidir. Dünya üzerinde yerçekiminin doğası budur; şimdi onun göklerde ne olduğunu görelim.

Her cismin ya dinginlik ya da doğru bir çizgide biçimdeş olarak

devinme durumunu o durumu dışsal kuvvet tarafından değiştirmeye zorlanmadıkça sürdürmesi tüm felsefeciler tarafından kabul edilen bir Doğa yasasıdır. Ama bundan şu çıkar ki eğri çizgilerde devinen ve dolayısıyla yörüngelerine teğetler olan doğru çizgilerden sürekli olarak eğilen cisimler eğrisel yollarında sürekli olarak etkide bulunan bir kuvvet tarafından tutulurlar. O zaman gezegenler eğrisel yörüngelerde devindiklerine göre, onları sürekli olarak teğetlerden saptıran kesintisiz etkiler yoluyla işleyen bir kuvvet olmalıdır.

Şimdi matematiksel uslamlamadan açıkça görüldüğü ve sağın olarak tanıtıldığı gibi, bir düzlemde betimlenen herhangi bir eğri çizgide devinen ve dinginlikteki ya da herhangi bir yolda devimdeki bir noktaya çizilen bir yarıçap yoluyla o noktanın çevresinde zamanlar ile orantılı alanlar betimleyen tüm cisimler o noktaya doğru yönelik kuvvetler tarafından dürtülürler [*urged*]. Bu öyleyse kabul edilmelidir. O zaman, tüm gökbilimciler birincil gezegenlerin güneş çevresinde ve ikincillerin birinciller çevresinde zamanlar ile orantılı alanlar betimledikleri konusunda anlaştıklarına göre, bundan şu çıkar ki sürekli olarak doğrusal teğetlerden uzaklaşmalarına ve eğrisel yörüngelerde dönmelerine yol açan kuvvetler yörüngelerin öteklerinde yerleşmiş olan cisimlere doğru yönelmişlerdir. Öyleyse, hangi nedenden doğduğu imgelense imgelensin, bu kuvveti dönmekte olan cisim açısından ötekçek [*centripetal*] olarak, ve ötekssel cisim açısından çekici [*attractive*] olarak adlandırmak uygunsuz değildir.

Dahası, matematiksel olarak tanıtıldığı gibi, kabul edilmelidir ki, eğer birçok cisim eşötekli dairelerde biçimdeş bir devim ile çevriniyorsa ve dönme zamanlarının kareleri ortak ötekten uzaklıkların küpleri ile orantılı ise, ötekçek kuvvetler uzaklıkların kareleri ile ters orantılı olacaktır. Ya da, eğer cisimler yaklaşık olarak daire olan yörüngelerde çevriniyor ve yörüngelerin apsisleri/uçkonumları dinginlikte ise, çevrinen cisimlerin ötekçek kuvvetleri uzaklıkların kareleri ile ters orantılı olacaktır. Bu iki olgunun da tüm gezegenler için geçerli olduğunda tüm gökbilimciler anlaşır. Öyleyse tüm gezegenlerin ötekçek kuvvetleri yörüngelerinin öteklerinden uzaklıkların kareleri ile ters orantılıdır. Eğer gezegenlerin apsislerinin, özellikle ayın apsislerinin tam olarak dinginlikte olmadıkları, ama yavaş bir devim türüyle ileriye doğru götürüldükleri yolunda karşı çıkılacak olursa, yanıt olarak denebilir ki, gerçi bu çok yavaş devimin ötekçek kuvvetin uzaklığın karesi yasasından küçük bir sapmasından doğduğunu kabul etsek de, gene de o sapıncın niceliğini matematiksel olarak hesaplayabilir ve onun bütünüyle algılanamaz olduğunu buluruz. Çünkü tüm ötekçek kuvvetler arasında en düzensizi olan aya ait ötekçek kuvvetin kendisinin oranı bile uzaklığın karesinden biraz daha büyük bir üs ile ters orantılı olarak değişecek, ama uzaklığın karesine kübünden hemen hemen altmış kez daha yakın

olacaktır. Bununla birlikte, apsislerin bu ilerlemesinin uzaklığın ters kareleri yasasından bir sapmadan değil, ama, bu kitapta hayranlık verici bir yolda gösterildiği gibi, bütünüyle ayrı bir nedenden doğduğunu söyleyerek daha doğru bir yanıt verebiliriz. O zaman açıktır ki birincil gezegenlerin güneşe ve ikincillerin kendi birincillerine eğilim göstermelerini sağlayan özekçek kuvvetler tam olarak uzaklıklarının kareleri ile ters orantılıdır.

Bu noktaya dek söylenmiş olanlardan açıktır ki gezegenler yörüngelerinde sürekli olarak üzerlerinde etkide bulunan bir kuvvet tarafından tutulurlar; açıktır ki bu kuvvet her zaman yörüngelerinin özeklerine doğru eğilimlidir; açıktır ki yeğinliği özeğe yaklaşmasında artar ve uzaklaşmasında azalır, ve uzaklığın karesinin küçülmesi ile aynı oranda artar ve uzaklığın karesinin büyümesi ile aynı oranda azalır. Şimdi gezegenlerin özekçek kuvvetleri ve yerçekimi kuvveti arasında bir karşılaştırma yaparak şans eseri onların aynı türden olduklarını bulup bulamayacağımıza bakalım. Şimdi eğer her iki yanda da aynı yasaları ve aynı yüklemeleri bulursak aynı türden olacaklardır.

Öyleyse ilk olarak en yakınımızda olan ayın özekçek kuvvetini irdeleyelim. Dinginlikten düşmeye bırakılan cisimlerin devimin tam başında verili bir zamanda betimledikleri doğrusal uzaylar, cisimler ne olursa olsun belli kuvvetler tarafından dürtüye uğradıkları zaman, kuvvetler ile orantılıdır. Bu matematiksel uslamlamadan görünür. Öyleyse yörüngesinde dönen ayın özekçek kuvvetinin dünyanın yüzeyindeki yerçekimi kuvvetine oranı, tüm dönme kuvvetinden yoksun bırakılmış ve özekçek kuvveti yoluyla dünyaya doğru inen ayın çok kısa bir zaman aralığında betimleyeceği uzayın ağır bir cismin kendi yerçekimi kuvveti yoluyla dünyanın yakınına düşerken aynı kısa zaman aralığında betimleyeceği uzaya oranı gibidir. Bu uzaylardan ilki ay tarafından aynı zamanda betimlenen yayın ‘dönük sinüsüne’ eşittir, çünkü o dönük sinüs ayın teğetten özekçek kuvvet tarafından üretilen ötelenmesini ölçer, ve dolayısıyla eğer ayın dönme zamanı ve dünyanın özeğinden uzaklığı verili ise, hesaplanabilir. Bu sonuncu uzay Mr. Huygens’in gösterdiği gibi sarkaç deneyleri yoluyla bulunur. Öyleyse, bir hesaplama yaparak, birinci uzayın ikinciye, ya da yörüngesinde dönen ayın özekçek kuvvetinin dünyanın yüzeyindeki yerçekimi kuvvetine oranının, dünyanın yarıçapının karesinin yörüngenin yarıçapının karesine oranı gibi olduğunu bulacağız. Ama, daha önce gösterilenlere göre, yörüngesinde dönen ayın özekçek kuvveti ile dünyanın yüzeyine yakın ayın özekçek kuvveti arasında aynı oran geçerlidir. Öyleyse dünyanın yüzeyine yakın özekçek kuvvet yerçekimi kuvvetine eşittir. Öyleyse bunlar iki ayrı kuvvet değil, ama bir ve aynı kuvettir; çünkü eğer ayrı olsalardı, bu kuvvetler birleşik olarak cisimlerin dünyaya yalnızca yerçekimi kuvveti ile düşme hızlarının iki katı bir hızla düşmelerine neden olurlardı. Öyleyse açıktır

ki ayın sürekli olarak ya teğetten dışarı itilmesini ya da çekilmesini ve yörüngesinde tutulmasını sağlayan özekçek kuvvet aya ulaşan dünyasal yerçekimi kuvvetinin kendisidir. Ve bu kuvvetin kendini engin uzaklıklara genişlettiğine inanmak bütünüyle usauygundur, çünkü en yüksek dağların tepelerinde onun belirgin bir azalışını bulmayız. Öyleyse ay yerçekimi tarafından dünyaya doğru çekilir; ama, öte yandan, dünya da karşılıklı bir etki yoluyla yerçekimi tarafından eşit ölçüde aya doğru çekilir, ki hem ayın hem de güneşin dünya üzerindeki etkisinden doğan deniz gelgitlerini ve güneşitliklerinin gerilemesini ele alan bu felsefede gerektiği gibi doğrulanmıştır. Buradan, son olarak, dünyadan büyük uzaklıklarda yerçekimi kuvvetinin hangi yasaya göre azaldığını buluruz. Çünkü yerçekimi hiçbir yolda ayın özekçek kuvvetinden ayrı olmadığı için, ve bu uzaklığın karesi ile ters orantılı olduğu için, bundan şu çıkar ki yerçekimi kuvveti tam o oranda azalır.

Şimdi öteki gezegenlere geçelim. Birincil gezegenlerin güneş çevresinde ve ikincillerin Jüpiter ve Satürn çevresinde dönmeleri ayın dünyanın çevresinde dönmesi ile aynı türde fenomenler oldukları için, ve dahası birincil gezegenlerin özekçek kuvvetlerinin güneşin özeğine doğru ve ikincillerin özekçek kuvvetlerinin ayın özekçek kuvvetinin dünyanın özeğine doğru yönelik olması ile aynı yolda Jüpiter ve Satürn'ün özeklerine doğru olduğu tanıtlanmış olduğu için, ve bunun yanı sıra tüm bu kuvvetler özeklerden tıpkı ayın özekçek kuvvetinin dünyadan uzaklığın karesi ile ters orantılı olması gibi uzaklıkların kareleri ile ters orantılı oldukları için, hiç kuşkusuz tümünün doğasının aynı oldukları vargısını çıkarmalıyız. Öyleyse ayın yerçekimi tarafından dünyaya ve dünyanın yine aya doğru çekilmesi gibi, tüm ikincil gezegenler de birincillerine doğru ve birincil gezegenler yine ikincillerine doğru, ve böylece tüm birinciller güneşe doğru ve güneş yine birincillere doğru çekilecektir.

Öyleyse güneş yerçekimi tarafından tüm gezegenlere doğru, ve tüm gezegenler güneşe doğru çekilir. Çünkü ikincil gezegenler, birincilere eşlik ederken, bu arada birinciller ile birlikte güneşin çevresinde dönerler. Öyleyse, aynı usamlama ile, her iki türden gezegenler de yerçekimi tarafından güneşe doğru ve güneş onlara doğru çekilir. Dahası, ikincil gezegenlerin yerçekimi tarafından güneşe doğru çekildikleri ayın eşitsizliklerinden de dolu dolu açıktır — hayranlık verici bir bilgelik ile ortaya serilmiş olarak bu çalışmanın Üçüncü Kitabında ortaya serildiğini bulduğumuz çok doğru bir kuram.

Güneşin çekici kuvvetinin tüm yanlarda engin uzaklıklara yayılması ve onu çevreleyen geniş uzayın her parçasına işlemesi olgusu güneşten olağanüstü uzak yerlerden gelerek ona çok yaklaşan, ve zaman zaman günberilerinde hemen hemen onun cisminde dokunacak gibi olan kuyruklu yıldızların devimi tarafından çok açık olarak gösterilir. Bu cisimlerin kuramı zamanımızda eşsiz yazarımızın onu çok mutluluk verici bir

yolda buluşuna ve gerçekliğini en pekin gözlemlerle tanıtlamasına dek gökbilimciler tarafından bilinmiyordu. Öyle ki şimdi kuyruklu yıldızların odaklarını güneşin özeğinde bulan konik kesitlerde devindikleri, ve güneşe çizilen yarıçaplarda zamanlar ile orantılı alanlar betimledikleri açıktır. Ama bu fenomenlerden açığa çıktığı ve matematiksel olarak tanımlandığı gibi, kuyruklu yıldızları yörüngelerinde tutan kuvvetler güneşe doğru yönelik ve onun özeğinden uzaklıkların kareleri ile ters orantılıdır. Öyleyse kuyruklu yıldızlar yerçekimi tarafından güneşe doğru çekilirler, ve öyleyse güneşin çekici kuvveti yalnızca verili uzaklıklara ve hemen hemen aynı düzleme yerleşmiş gezegenlerin cisimleri üzerinde etkide bulunmakla kalmaz, ama ayrıca göklerin çok ayrı parçalarındaki ve çok ayrı uzaklıklardaki kuyruklu yıldızlara da ulaşır. Öyleyse yerçekimi uygulayan cisimlerin doğası kuvvetlerini tüm uzaklıklarda tüm başka yerçekimi uygulayan cisimlere uygulamaktır. Ama bundan şu çıkar ki tüm gezegenler ve kuyruklu yıldızlar birbirlerini karşılıklı olarak çekerler ve yerçekimi ile birbirlerine doğru devinirler — bir olgu ki, Jüpiter ve Satürn'ün tedirginlikleri tarafından da doğrulanır; bu sonuncular gökbilimciler tarafından gözlenmiştir ve bu iki gezegenin birbirleri üzerindeki karşılıklı etkilerinden ve ayrıca apsiserin yukarıda sözü edilen ve benzer bir nedenden doğan o çok yavaş devimlerinden doğarlar.

Şimdi güneşin ve dünyanın, ve güneşe eşlik eden tüm göksel cisimlerin birbirlerini karşılıklı olarak çektiklerinin kabul edilmesini gerektiren bir noktaya dek ilerledik. Böylece, yukarıda dünyasal cisimlere ilişkin olarak gösterildiği gibi, her birinde özdeğin en küçük parçacıklarının tümü de kendi özdek nicelikleri ile orantılı olarak tek tek çekim kuvvetlerini taşıyor olmalıdır. Değişik uzaklıklarda bu kuvvetler de uzaklıklarının kareleri ile ters orantılı olacaktır, çünkü bu yasaya göre çeken kürelerin aynı yasaya göre çeken parçacıklardan oluşmuş oldukları matematiksel olarak tanıtlanır.

Önceki vargılar tüm felsefeciler tarafından kabul edilen şu belit üzerine dayanır: Bilinen özellikleri aynı olan aynı türde etkiler aynı nedenlerden doğar ve ayrıca aynı bilinmeyen özellikleri de taşırlar. Çünkü eğer yerçekimi Avrupa'da bir taşın düşüşünün nedeni ise, onun Amerika'da da aynı düşüşün nedeni olduğundan kim kuşku duyar? Eğer Avrupa'da bir taş ve dünya arasında karşılıklı bir yerçekimi varsa, aynı şeyin Amerika'da karşılıklı olduğunu kim yadsıyacaktır? Eğer Avrupa'da bir taşın ve dünyanın çekici kuvveti parçaların çekici kuvvetlerinden oluşmuşsa, kim Amerika'da benzer bir bileşimi yadsıyacaktır? Eğer Avrupa'da dünyanın yerçekimi her tür cisme ve tüm uzaklıklara yayılıyorsa, Amerika'da da benzer olarak yayıldığını niçin söylemeyelim? Tüm felsefe bu kural üzerine kurulmuştur; çünkü eğer kaldırılacak olursa, hiçbir şeyi bir genel gerçeklik olarak ileri süremeyiz. Tikel şeylerin yapıları gözlemler ve deneyler yoluyla bilinir; ve bu yapıldığı zaman, onlardan