

idea

# NEWTON

DOĞAL FELSEFENİN MATEMATİKSEL İLKELERİ (SEÇMELER)

## PRINCIPIA





# NEWTON

## *Doğal Felsefenin Matematiksel İlkeleri*

*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*

(SEÇMELER)

*Çeviren*  
Aziz Yardımlı

idea • istanbul

İDEA CEP KİTAPLARI — 023

İdea Yayınevi

Şarap İskelesi Sk. 2/106-107 34425 Karaköy — İstanbul

iletisim@ideayayinevi.com / www.ideayayinevi.com

Bu çeviri için © AZİZ YARDIMLI 1996-2011

ISAAC NEWTON

*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*

(1687/1713/1725)

*Doğal Felsefenin Matematiksel İlkeleri* (SEÇMELER)

I. BASKI 1998

İDEA CEP KİTAPLARINDA İKİNCİ BASKI 2011

*Tüm hakları saklıdır. Bu yayının hiçbir bölümü*

*İdea Yayınevinin ön izni olmaksızın*

*yeniden üretilemez.*

İDEA CEP KİTAPLARI DİZİSİ 023 / DOĞABİLİM 1

SÜRELİ YAYIN

YAYININ ADI: *PRINCIPIA*

*Doğal Felsefenin Matematiksel İlkeleri* — (SEÇMELER)

YETKİ SAHİBİ / SORUMLU MÜDÜR: ALİYE ZEYNELOĞLU

YÖNETİM YERİ: İDEA YAYINEVİ

Şarap İskelesi Sk. 2/106-107 34425 Karaköy — İstanbul

YAYININ SÜRESİ: 30 GÜNDE BİR

BASKI: BAYRAK MATBAASI

Davutpaşa Cad. 14/2 34015 Topkapı — İstanbul

DAĞITIM: YAYSAT

Doğan Medya Tesisleri, Hoşdere Yolu 34517 Esenyurt — İstanbul

*Printed in Türkiye*

ISSN 2146-3476

İDEA C1 2011/06

## İÇİNDEKİLER

- Newton'ın Birinci Yayına Önsözü — 9  
Newton'ın İkinci Yayına Önsözü — 13  
Cotes'un İkinci Yayına Önsözü — 15  
Newton'ın Üçüncü Yayına Önsözü — 37  
Tanımlar — 39  
Devim Belitleri ya da Yasaları — 55

### KİTAP I. CİSİMLERİN DEVİMİ

#### KESİM

1. İlk ve son oranlar yöntemi — 75  
12. Küresel Cisimlerin Çekim Kuvvetleri [Ön. 75-76] — 89

### KİTAP III. EVRENİN DİZGESİ

(Matematiksel İrdelemede) — 93

- Felsefede Uslamlama Kuralları — 95  
Önermeler 4-6 (Yerçekimi Üzerine) — 98  
Genel Not — 105

#### EKLER

#### MEKTUPLAR VE PARÇALAR

- 1) Robert Boyle'a Bir Mektup [ETHER VE YERÇEKİMİ] — 115  
2) Oldenburg'a Bir Mektuptan [ÖNSAVLAR ÜZERİNE] — 119  
3) Richard Bentley'e Bir Mektup [TANRI VE YERÇEKİMİ] — 120  
4) Parça 1. "Gerçek Dinin Kısa Bir Şeması," Newton'ın Bir Elyazmasından [EVRENSEL TASAR] — 126  
5) Parça 2. "Gerçek Dinin Kısa Bir Şeması," Newton'ın Bir Elyazmasından [TANRI VE DOĞAL FELSEFE] — 126  
6) COTES'UN ÖNSÖZÜ ÜZERİNE NOT / H. S. THAYER — 127

Çözümleme / AZİZ YARDIMLI — 133

Sözlük — 137

Tam İçindekiler Tablosu — 139

Dizin — 141

[*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, tedirginliği ve yıldızların paralakslarını ele alır ve ünlü Genel Notu kapsar.]

ISAAC NEWTON  
DOĞAL FELSEFENİN  
MATEMATİKSEL İLKELERİ  
(SEÇMELER)





## 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 gizli nitelikleri [*qualitatibus occultis*] yadsıyarak doğa fenomenlerini matematiğin yasaları altına almaya çabaladıkları için, bu incelemede matematiği felsefe ile ilgili olduğu ölçüde geliştirdim. Eskiler Mekanîği iki bakımdan irdelediler; ussal olarak, ki tanıtlama yoluyla doğru olarak ilerler, ve kılğısal olarak. Mekanîğe adını veren tüm el sanatları kılğısal mekanîğe aittir. Ama sanatçılar eksiksiz sağınlık ile çalışmadıkları için, Mekanik Geometriden öylesine ayırdedilir olmuştur ki eksiksiz olarak sağın olan geometrik, daha az böyle olan ise mekanik olarak adlandırılır. Bununla birlikte, yanlışıklar 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 açılardan ve dairelerin betimlemesi mekanîğe aittir. Geometri bize bu çizgileri çizmeyi öğretmez, ama onların çizilmesini ister, çünkü öğrenen birine geometriye girmeden önce ilkin bunların sağın olarak betimlenmesinin öğretilmesini ister, ve daha sonra bu işlemler ile problemlerin nasıl çözülebileceğini gösterir. Dik çizgileri ve daireleri betimlemek problemlerdir, ama geometrik problemler değil. Bu problemlerin çözümü mekanikten

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

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 kılığı üzerine kurulur, ve evrensel mekaniğin ölçme sanatını doğru olarak öneren ve tanıttayan parçasından başka bir şey değildir. Ama el sanatları başlıca cisimleri devindirmede kullanıldığı 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 tanıttanan bilimi olacaktır. Mekaniğin bu bölümü, el sanatları ile ilgili 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 çıkararak başka fenomenleri tanıttamak; ve birinci ve ikinci kitaplardaki genel önermeler bu amaca yöneliktir. Üçüncü kitapta Evrenin Dizgesinin açıklamasında bunun bir örneğini veriyorum; çünkü önceki kitaplarda matematiksel olarak tanıttanmış 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 çıkarıyorum. Doğa fenomenlerinin geri kalanını mekanik ilkelere aynı türden ussallaştırma yo-

luyla 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 düşürecektir.

Bu çalışmanın yayımında olağanüstü kavrayışlı ve evrensel bilgili Mr. Edmund Halley yalnızca baskı yanlışlarını düzeltmede ve geometrik şekilleri hazırlamada bana 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 iletme konusunda 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 yapınca 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 çıkarıldı; 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 yanısıra en önemli değişiklik ikinci yayımı hazırlayan Cotes tarafından yazılan yeni bir Önsözün eklenmesi idi. ]

[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 burğaçlar 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 Kıtada değil, ama İngiltere üniversitelerinde de uzun bir süre boyunca yaygın olarak kabul edilen kuramdı.

Roger Cotes'a göre doğa yasaları hiçbir "zorunluk" kapsamazlar, ve Newton'ın elma deneyi türündeki gözlemlerden "tümevarım" yoluyla türetilirler. Giderek Tanrı bile kendi doğasının zorunluğundan 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. Çağdaş "bilim felsefesi" sağın olarak bu görgücü öncül üzerine dayanır ve böylece tutarlı olarak *gerçeklik* ya da *bilgi* kavramının yerine *olasılık* kavramını geçirir.]

ROGER COTES'UN  
PRINCIPIA 'NIN İKİNCİ YAYIMINA  
ÖNSÖZÜ—1713

Burada değerbilir okura Newton'ın *Felsefe*'sinin 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 eklemektir.

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 ilerlemeleri 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 icad etmişler, ama bize gerçek felsefeyi bilinir kılmamışlardır.

Başkaları ise bu yararsız sözler yığınına reddederek emeklerini daha büyük bir üstünlük uğruna uygulamaya çabalamışlardır. Bunlar tüm özdeğin türdeş olduğunu, ve cisimlerde görülen biçimler tür lülüğünün bileşen parçacıkların çok yalın ve açık ilişkilerinden doğduğunu ka-

bul 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, aldatici tahminlerden türetilmeyecektir. Önsavları 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 tanıtılmamış hiçbirşeyi bir ilke olarak varsaymazlar. Hiçbir önsav 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 çözümleme yoluyla Doğanın kuvvetlerini ve daha yalın kuvvet yasalarını çıkarsarlar, ve onlardan birleşim 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 denli 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 başlayabilmek 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 hafiftir, ve bitişik cisimlerin üstün gelen ağırlığından doğar.

Dahası, tüm cisimlerin dünyaya doğru çekilmeleri gibi, dünya da yine tüm cisimlere doğru çekilir. Yerçekimi etkisinin her iki yanda da karşılıklı ve eşit olduğu böylece tanıtlanır. Dünyanın kütesini eşit ya da eşitsiz herhangi iki parçaya bölelim; şimdi eğer parçaların birbirlerine 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 birbirlerine doğru eğilim göstermelerini sağlayan ağırlıkların eşit olduklarını söylemeliyiz; eş deyişle, yerçekiminin etkisinin aykırı yönlerde karşılıklı ve eşit olduğunu.

Dünyanın özeğinden 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 tanıtlanır. 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 do-

layısıyla 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 anlaşıkklarına göre, bundan şu çıkar ki sürekli olarak doğrusal teğetlerden uzaklaşmalarına ve eğrisel yörüngelerde dönmelerine yol açan kuvvetler yörüngelerin özeklerinde yerleşmiş olan cisimlere doğru yönelmişlerdir. Öyleyse, hangi nedenden doğduğu imgelense imgelensin, bu kuvveti dönmekte olan cisim açısından özekçek [*centripetal*] olarak, ve özeksel cisim açısından çekici [*attractive*] olarak adlandırmak uygunsuz değildir.

Dahası, matematiksel olarak tanıtıldığı gibi, kabul edilmelidir ki, eğer birçok cisim eşözekli dairelerde biçimdeş bir devim ile çevriniyorsa ve dönme zamanlarının kareleri ortak özekten uzaklıkların küpleri ile orantılı ise, özekçek 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 özekçek kuvvetleri uzaklıkların kareleri ile ters orantılı olacaktır. Bu iki olgunun da tüm gezegenler için geçerli olduğunda tüm gökbilimciler anlaşırılar. Öyleyse tüm gezegenlerin özekçek kuvvetleri yörüngelerinin özeklerinden uzaklık-

ların 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 özekçek kuvvetin uzaklığın karesi yarasından küçük bir sapmasından doğduğunu kabul etsek de, gene de o sapıncın niceliğini matematiksel olarak hesaplayabilir ve onun bütünüyle algılanamaz olduğunu buluruz. Çünkü tüm özekçek kuvvetler arasında en düzensizi olan aya ait özekçek 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 yarasından 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 olacaktır.

Öyleyse ilk olarak en yakınımızda olan ayın özekçek kuvvetini irdeleyelim. Dinginlikten düşmeye bırakılan