

Keyifli Okumalar Dileriz

Binlerce kategoride milyonlarca PDF e-kitap, ders kitapları, dergiler ve romanlara platformumuz üzerinden ücretsiz ulaşabilirsiniz.

RESMİ WEB SİTEMİZ

<https://rantey.org>

Yedek ve Duyuru Kanallarımız

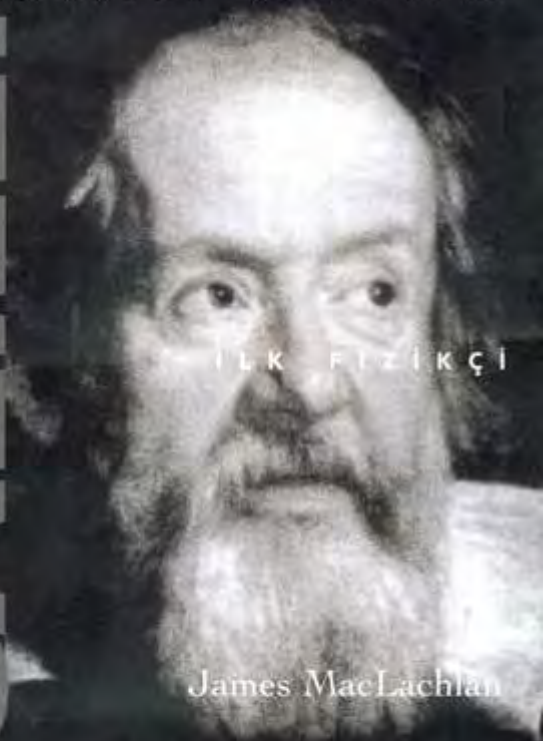
Sitemize erişim engeli gelmesi veya adres değişikliği durumunda aşağıdaki kanallardan güncel giriş adresine erişebilirsiniz:

- Telegram: <https://t.me/birkitapbir>
- WhatsApp Kanalımız : <https://whatsapp.com/channel/0029VbDHv8uE50Us4lvMoc0Y>

YAŞAM ÖYKÜSÜ KİTAPLIĞI

GALILEO

Galileo



İLK FİZİKÇİ

James MacLachlan



YENİ YAYIN

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - <http://rantey.org>

Galileo Galilei

ilk fizikçi

James MacLachlan



TÜBİTAK

POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları 268
Yaşamöyküsü Kitaplığı 12

Galileo Galilei - İlk Fizikçi
Galileo Galilei - First Physicist

James MacLachlan

Çeviri: İnci Kalinyazgan

© 1997, James MacLachlan
© Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, 2000

1997'de İngilizce olarak yayımlanmış olan *Galileo Galilei*'nin Türkçe çevirisi Oxford University Press, Inc. ile yapılan anlaşma uyarınca yayımlanmıştır.

This translation of Galileo Galilei, originally published in English in 1997, is published by arrangement with Oxford University Press, Inc.

Bu yapının bütün hakları saklıdır. Yazılar ve görsel malzemeler, izin alınmadan tümüyle veya kısmen yayımlanamaz.

*TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları'nın seçimi ve değerlendirilmesi
TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları Yayın Kurulu tarafından yapılmaktadır.*

ISBN 978 - 975 - 403 - 437 - 0

1. Basım Şubat 2008 (10.000 adet)

Yayın Yönetmeni: Çiğdem Atakuman
Yayıma Hazırlayan: Sevil Kıvan
Grafik Tasarım: Ödül Evren Töngür
Sayfa Düzeni: Fatma Onay
Basım İzleme: Yılmaz Özben
Mali Koordinatör: Tuba Akoğlu

TÜBİTAK
Popüler Bilim Kitapları Müdürlüğü
Atatürk Bulvarı No: 221 Kavaklıdere 06100 Ankara
Tel: (312) 467 72 11 Faks: (312) 427 09 84
e-posta: kitap@tubitak.gov.tr
İnternet: kitap.tubitak.gov.tr

Aydıoğlu Ofset Matbaacılık San. ve Tic. Ltd. Şti.
İvedik Organize Sanayi Ağaç İşleri Sanayi Sitesi
21. Cad. 598. Sok. No: 20 Yenimahalle 06370 Ankara
Tel: (312) 395 81 44 Faks: (312) 395 81 45
Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - <https://tantei.org>

Galileo Galilei

ilk fizikçi

James MacLachlan

Çeviri
İnci Kalinyazgan



Harikulade bir Galileo uzmanı olan ve
her zaman başkalarını düşünen dostum
Stillman Drake'in (1910-1993) anısına,
sevgiyle

Yeni felsefe herkesi şüpheye davet ediyor,
Ateşin özü söndü sayılır;
Güneş kayboldu, Dünya da,
Ve kimsenin zekâsı yerini göstermiyor kayıpların.

John Donne

Dünya'nın Bir Anatomisi (1611)

İlerle harikulade yaratık! Bilimin yol gösterdiği yere git.
Git, Dünya'yı ölç, havayı tart, gelgitleri say,
Gezegene yörüngelerini öğret,
Eski zamanı düzelt ve Güneş'i düzenle.

Alexander Pope,

İnsan Üzerine Bir Deneme (1733)

İçindekiler

Giriş	2
Fizik Bilimi	
1. Bölüm	5
Genç Matematikçi	
2. Bölüm	24
Padova'da Profesörlük Yılları	
3. Bölüm	45
Gökyüzünde Yeni Harikalar	
4. Bölüm	65
Felsefe ve Bilimde Tartışmalar	
5. Bölüm	82
Galileo Yargılanıyor	
6. Bölüm	112
Tarih Boyunca Galileo	
Ek 1	125
Fırlatılan Cisimlerin Hareketi	
Ek 2	128
Hareketlerin Ölçülmesi	
Zamandizin	133
Dizin	136

Fizik Bilimi

1600'lü yıllara kadar insanlar pek çok bilgi türünü felsefe olarak değerlendiriyordu. Doğa, toplum ve din gibi konuları açıklamak için genel akıl yürütme ilkelerine başvuruyorlardı. Derken Galileo ve başkaları doğayı incelemek için yeni yöntemler geliştirdiler. Akıl yürütmeye deney, ölçüm ve hesaplama yöntemlerini de ekleyerek doğanın incelenmesini felsefeden ayırıp bir bilim haline dönüştürdüler.

Günümüzde biyoloji, kimya ve fizik gibi konular birer bilim dalı olarak kabul edilir. Her birinin odak noktası farklıdır: Biyoloji canlı varlıklara, kimya maddelere, fizik ise harekete ve kuvvete odaklanır. Odak noktaları farklı olsa da bu bilim dallarının pek çok ortak yöntemi vardır. Galileo'nun fizik alanındaki çalışmaları, deneysel ölçümlerin ve matematiksel hesapların bu bilim dallarının tümünde daha önemli bir yer edinmesine büyük katkıda bulunmuştur.

Galileo gökbilimcilerin kullandığı ve günümüzde de halen kullanılan ölçüm ve hesaplama yöntemlerini örnek alarak doğayı incelemeye başlamıştır. Bu yöntemle-

ri esas olarak hareketle ilgili çalışmalarına uygulamıştır: Taşların düşme hareketi, sarkaçların salınımı ve diğerleri. Galileo 1608’de icat edilmesinden kısa süre sonra kendisinin büyük ölçüde geliştirdiği teleskopu kullanarak, gökbilim alanında da önemli keşiflerde bulunmuştur.

Fizik sözcüğü Yunancada doğa anlamına gelir. 2300 yıl önce Atinalı filozof Aristoteles doğa felsefesi üzerine *Physika* (Fizik) adını verdiği bir kitap yazmıştı. Aristoteles’in doğaya ilişkin görüşleri yaklaşık 2000 yıl boyunca Avrupa düşüncesine egemen olmuştur. Doğa filozofları tüm maddesel hareketlerin nedenlerine ve evrenin doğasına dair bazı temel ilkeler öğretiyorlardı. Hiçbir ölçüm ve deney yapmıyor, hesaplamaya pek az başvuruyorlardı. Galileo, filozofların hareketle ilgili açıklamalarını inandırıcı bulmuyordu. Aristoteles’in cisimlerin *neden* hareket ettiği konusuna yoğunlaşması Galileo’yu özellikle rahatsız ediyordu. O, cisimlerin *nasıl* hareket ettiğini anlamak istiyordu.

Galileo Aristoteles’in mantığa dayalı doğa görüşünü matematiksel ve deneye bağlı fizik bilimine dönüştürmüştür. Buna karşın, yüzyılı aşkın bir süre boyunca bu bilime İngilizce konuşulan ülkelerde doğa felsefesi denmiştir. Fransa’da 1600’lü yılların sonlarına doğru, doğanın deneysel ve matematiksel açıdan incelenmesine *la physique* (fizik) deniyordu. Bu incelemelerle uğraşan bilim adamlarına da *physiciens* (fizikçiler) deniyordu. *Physicist* (fizikçi) sözcüğünün İngilizcede yer alması 1840 yılını bulmuştur. Her ne kadar Galileo yaşadığı dönemde fizikçi olarak adlandırılmamış olsa da, günümüzde fizik olarak kabul ettiğimiz bilim dalının özünde onun çalışma yöntemleri ve elde ettiği sonuçlar yatmaktadır.



Galileo eğik kulesiyle meşhur Piza'da 1564'te doğdu.

Genç Matematikçi

Genç adam sabırsızlıkla bekliyordu. Ne de olsa kendi geleceği, hayatının bundan sonraki kısmı söz konusuydu. Babası ve grandükün matematikçisi kapalı kapılar ardında tartışırken genç adam heyecan içinde odayı arşınıyordu. Matematik öğrenimi görmesine izin vermek zorundalardı.

Kriz, 1584 yılının ilkbaharında doruk noktasına ulaşmıştı. 20 yaşındaki Galileo Galilei doktor olabilmek için Piza Üniversitesi'nde felsefe ve tıp üzerine öğrenim görüyordu. Yani en azından yapıyor olması gereken şey buydu. Gelgelelim Vincenzo Galilei, oğlunun son zamanlarda çalışmalarını ihmal ettiğini öğrenmişti. Galileo dersleriyle ilgilenmek yerine tüm gayretini matematiğe yöneltmişti. Grandükün matematikçisi Ostilio Ricci, ona Eukleides ve Arkhimeses'in (2000 yıl öncesinin Yunanlı üstadları) matematikle ilgili metinlerini vermişti. Genç adam bunları şu diğer Yunanlıların (felsefede Aristoteles, tıpta Galenos) sıkıcı eserlerinden çok daha ilginç bulmuştu.

Vincenzo ta Floransa'dan 95 kilometrelik bu yolu sırf oğluyla yüzleşmek için gelmişti. Dolayısıyla Ricci, küplere binmiş babasını yatıştırmak için araya girmeyi önerince Galileo tabii ki rahatlamıştı. Vincenzo ailesinin maddi durumunun iyileşmesinin Galileo'nun bir doktor olarak elde edeceği gelire bağlı olduğunu düşünüyordu. Oysa matematikçiler sadaka gibi bir ücretle yetinmek zorundaydı.

Ricci sonunda Vincenzo'yu Galileo'nun matematik konusunda gerçek bir yeteneğe sahip olduğuna ikna etti. Tıp konusunda en ufak istekten ve ilgiden yoksun olduğuna göre zaten iyi bir doktor olma ihtimali pek yoktu. Galileo'yu içeri çağırdılar. Vincenzo oğluna bir yıl daha maddi destek vermeye gönülsüzce razı oldu. Galileo'nun ondan sonra kendi başının çaresine bakması gerekecekti. Galileo mutluluktan havalara uçuyordu. Bundan böyle matematik yerine tıp okuyormuş gibi yapmak zorunda kalmayacaktı. Yakında matematik alanındaki bilgi birikimine katkıda bulunuyor olacaktı. Daha şimdiden, saygın Yunanlı matematikçi Arkhimesdes'in MÖ üçüncü yüzyılda ileri sürdüğü kaldıraç teoremini geliştirebileceğini düşünüyordu. Babasına kendini kanıtlayacaktı. Gerçekten çok iyi bir matematikçi bir mahalle doktoru kadar meşhur olabilirdi. Kim bilir, belki daha meşhur bile olabilirdi!

Galileo'nun dünyaya geldiği yüzyıl, Avrupa pek çok değişime sahne olmuştu. 1500'lü yıllara gelindiğinde Avrupalılar Kolomb ile batıda Amerika kıtasına, Vasco da Gama ile doğuda Asya'nın efsanevi zenginliklerine doğru yayılmaya başlamışlardı. Toplari ve gemileriyle varlıklı Hint Adaları'nı yağmaladılar. 1522'de Fernando Macellan'ın gemileri Dünya'nın çevresinde yaptıkları ilk yolculuktan döndü.

Artan ticaret, Batı Avrupa'nın hükümdarlarını zengin etmiş ve güçlerine güç katmıştı. Daha fazla nüfuz sahibi olma hırsına kapılan hükümdarlar papanın ve Katolik Kilisesi'nin etkisini azaltmayı amaçlıyorlardı. İspanya ve Fransa kralları kendi piskoposlarını atama hakkı kazandı. Kilise boşanma talebini reddedince İngiltere kralı VIII. Henry bunu fırsat bilip manastırlara el koydu ve İngiliz kilisesini Roma'daki papanın hâkimiyetinden çıkardı.

O zamanlar Orta Avrupa, Prag'daki Kutsal Roma İmparatoru'na bağlı Germen devletlerinden oluşan dağınık bir konfederasyondur. İmparator İspanya kralı ile aynı hanedandan geliyordu.

Kuzey'deki Germen devletlerinin prensleri bölgedeki güçlerini artırmak için Martin Luther'ın Protestan Reformunu benimsemişlerdi. Başlangıçta Luther'ın yapmak istediği sadece papanın en yüksek otorite olmasından kaynaklanan dini istismarları ortadan kaldırmaktı. Fakat Luther sonradan, insanların Tanrı ile doğrudan bağ kurmaları gerektiğini, bunun için rahiplerin aracılık etmesine ihtiyaç olmadığını düşünmeye başladı. 1520'li yıllarda Roma Katolik Kilisesi'nden ayrıldı ve kendisi bir kilise kurdu. Dini inancın özünde, kilise konseylerinin ve yetkililerin değil Kitabı Mukaddes'in olduğunu düşünüyordu. Luther Yeni Ahit'i Almanca'ya tercüme ederek milliyetçiliği de savundu. Buna karşılık, Katolik Kilisesi de birtakım reformlara girişti. Trento Konsili (1545-1563) bir yandan Katolikliğin temel öğretilerini yeniden doğrularken diğer taraftan kilise yönetimindeki çok sayıda hatayı düzeltti.

1540 yılında Katolik Kilisesi, Cizvitler adında yeni bir tarikat kurdu. Sayıları hızla artan siyah cüppeli Cizvitler 1600'lü yıllara gelene kadar Avrupa çapında 100'ü

aşkın yeni okul açtı. Katolik inançlara sıkı sıkıya bağlı kalarak, geleneksel Latin dili ve edebiyatı yerine coğrafya ve tarihe ilişkin modern görüşleri öğrettiler. Zamanla bazı Protestanlar Cizvit eğitimi hakkında, kendi çocuklarını da bu okullara gönderecek kadar iyi bir kanıya sahip oldu.

O yıllarda eğitim ağırlıklı olarak kentsel bölgelerle sınırlıydı. Bazı İtalyan şehirlerinde kız ve erkek çocukların yüzde 40 kadarı ilkokul eğitimi görüyordu. Ancak 1800'den sonrasına kadar Avrupalı nüfusun en fazla yüzde 15'i kasabalarda ve şehirlerde yaşıyordu.

Matbaacılıkta makinelerin kullanımı, eğitimi ve milliyetçiliği büyük ölçüde geliştirdi. 1450 ve 1500 yılları arasında matbaa makineleri Avrupa'da 200'ü aşkın kasabada bulunacak kadar yaygınlaşmıştı. Matbaacılık endüstrisi sonraki yüzyıl içinde iki katından da fazla büyüdü. Matbaalarda basılan kitaplar, elyazması olanlara kıyasla beşte bir oranında daha pahalıydı. Matbaacılığın o zamanlar yarattığı toplumsal etki günümüzde bilgisayarların yarattığı etki kadar büyüktü.

Matbaacılar kısa sürede geleneksel edebiyat, dini makaleler ve klasik Latin edebiyatı eserlerinden oluşan kaynaklarını tükettiler. Yeni eserler talep ediyorlardı. Luther gibi adamlar ve Cizvitler bu talebi seve seve karşıladı. Ayrıca coğrafi alandaki bütün yeni keşiflere dair raporlar basıldı.

Daha 1500'lü yıllara gelinmeden, Avrupa'da bir başka yenilik rüzgârı esti. İtalya'dan başlayarak, ressam ve heykeltıraşlar kendilerinden öncekilere kıyasla daha doğal eserler yaratıyorlardı. O sıralarda insanlar bu Rönesansı Eski Yunan çağının saflığına bir geri dönüş olarak görüyordu. Metinler daha yalın bir dille yazılıyor ve geleneksel dini eserlere pek çok toplumsal tema ekleni-

yordu. Bu eserler matbaa makineleri sayesinde günümüze kalmıştır.

Dönemin yeni yazarları eserlerinde geleneksel Latince yerine kendi ulusal dillerini daha sık kullanıyorlardı. Bu sayede eğitim yaygınlaştı, çünkü çocuklar okuma yazmayı kendi anadillerinde Latinceye kıyasla daha çabuk öğreniyordu. Diğer taraftan, kendi dillerinde yazılmış eserleri okumak insanların ulusal farklılıklarına daha fazla dikkat etmelerine yol açmıştı. Matbaacılık bir taraftan ufukları genişletirken diğer taraftan daraltıyordu.

Sonuçta Avrupa modernleşiyordu, fakat bu süreç yavaş yavaş gerçekleşiyordu. Ulaşım hâlâ bir insanın ya da bir atın yürüme hızı veya bir geminin yelkenle seyir hızıyla sınırlıydı. Ayrıca giyim eşyalarının çoğu çiftliklerden elde edilen bölgesel ürünlerle evde yapılırsa da pek çok kasabada dokuma atölyeleri giderek çoğalıyordu. Eğiriciler ve dokumacılar ilkel ahşap makinelerle çalışıyordu.

Dokuma atölyelerinin sahipleri olan soylular çok zengin oldu. Floransa'da Medici ailesi servetini kraliyet mensuplarına bankacılık ve tefecilik yapmakta kullandı. Bu ailenin bir kolu Floransa'nın hükümdarları oldu. Floransa'nın çevresindeki Toskana bölgesine de hükmettikleri için Toskana'nın grandükleri olarak anılıyorlardı.

Galileo'nun yaşadığı yıllarda İtalya yarımadasının farklı bölümleri ayrı ayrı yetkililerce yönetiliyordu. Toskana Floransa'yı, Siena'yı ve kıyı şeridinde yakın olan Pisa'yı içine alan kuzeybatı bölgesini kapsıyordu. Toskana'nın doğusundaki ve güneyindeki (aralarında Roma ve Bologna'nın da bulunduğu) Papalık Devletleri'ni Roma'da bulunan papa yönetiyordu. Papalık Devletle-

16. yüzyılda orta ve
güney Avrupa



ri'nin güneyindeki Napoli krallığı İspanya'nın yönetimindeydi. Toskana'nın kuzeyinde ve batısındaki Alp-ler'e kadar uzanan topraklar Milano dükünün hüküm-neydi. Milano'nun doğusundaki Venedik Cumhuriyeti Adriyatik Denizi'nin kuzey ucunda egemendi.

Avrupa'da yaşayan insanların dörtte üçü çiftçiydi. Pek az şehrin nüfusu 100.000 gibi büyük sayılara ulaş-ıyordu. Bebek ölüm oranları çoğunlukla yüzde 20 gibi yüksek rakamları buluyordu. Nüfusun üçte birinden fazlası 14 yaşın altındaydı. Bir yaşına kadar hayatta kal-mayı başaranların ortalama ömrü 45 yıldı. Nüfusun an-cak yüzde 5 kadarı 65 yıl veya daha fazla yaşıyordu. Doğal ölüm sebeplerinin yanı sıra insanlar (özellikle şe-hirlerde yaşayanlar) Kara Ölüm diye adlandırılan hı-yarcıklı veba salgını korkusuyla yaşıyordu. 1630-1631 yıllarında Venedik'in nüfusunun üçte biri, Milano'nun nüfusunun ise yarısı vebaya yenik düşmüştü. İşte Gali-leo'nun tanıdığı dünya buydu.

Vincenzo Galilei Floransa'nın bir zamanlar tanınmış bir ailesinin üyesiydi. Müzik öğretmenliği yaparak ve sanatçılara hamilik eden varlıklı kimselere lavta çalarak geçiniyor, mütevazı bir hayat sürüyordu. 1562'de Piza'da yaşarken Giulia Ammannati ile evlendi. Kendisi 42, karısı 24 yaşındaydı. İlk çocukları Galileo 15 Şubat 1564 tarihinde doğdu. Bebeğe aileye soyadlarını veren meşhur aile büyüğünün ismi verildi. Galileo'dan sonra dünyaya gelen beş ya da altı çocuktan yalnızca üç tanesi hayatta kalabildi, diğerleri bebekken öldü.

Galileo sekiz yaşındayken annesi ve babası onu Piza'da teyzesi ve eniştesinin yanında bırakarak Floransa'ya döndü. Galileo ancak iki yıl sonra ailesine kavuştu. Floransa'da temel bir eğitim aldıktan sonra, şehrin 30 kilometre doğusundaki tepelerde bulunan Vallombrosa'daki bir manastırda Latin dili ve edebiyatı eğitimi aldı. Aynı zamanda resim yapmak ve lavta çalmak konularında da ustalaştı.

Manastırın huzurlu ortamının cazibesine kapılan Galileo rahip olmak için eğitim görmeye başladı. Ancak babasının Galileo için başka planları vardı. Düşük bir geliri olan Vincenzo, aileye maddi destek sağlayabilmesi için oğlunun doktor olmasını arzu ediyordu. Böylece 15 yaşındayken Galileo'yu manastırdan aldı. İki yıl sonra Piza Üniversitesi'nde sanat ve tıp programına kaydını yaptırdı. Galileo 1581 yılının Eylül ayında teyzesi ve eniştesiyle kalmak üzere tekrar Piza'ya gitti.

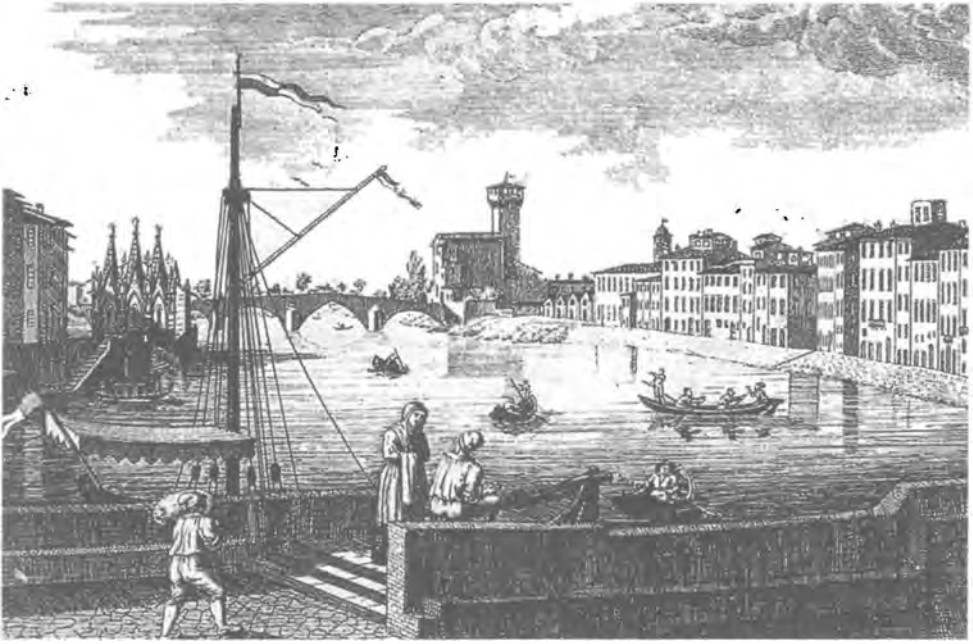
O zamanlar üniversitelerde dinbilim, hukuk ve tıp olmak üzere erkeklerin yetiştirildiği (kadınlar kabul edilmiyordu) üç meslek vardı. Ancak seçtikleri mesleki eğitimin yanı sıra bütün öğrenciler felsefe dersi de almak zorundaydı. Felsefe dersleri büyük ölçüde Aristoteles'in yazdıkları üzerinde yoğunlaşıyordu. MÖ üçüncü yüz-

yılda yaşamış olan bu Yunanlı bilgin kendi zamanına ait bilgileri kapsayan eserler oluşturmuştu. 1300 civarında Aquino'lu Aziz Tommasa gibi ilahiyatçılar Aristoteles'in yazılarının bazı bölümlerinde düzeltmeler yaparak Hıristiyan öğretilerine uygun hale getirmişti. Bu eserler 300 yılı aşkın bir süre üniversite eğitiminin temelini oluşturmuştur.

Aristoteles tüm insani deneyimleri açıklamak ve aralarında bağ kurmak için bir düşünce sistemi oluşturmuştu. Derslerde dinledikleri ve okudukları Aristoteles'e ait bu fikirler, Galileo ve sınıf arkadaşlarının kafasında iyice yer etmişti. Aristoteles, sistemini mantık ve tutarlılık üzerine tasarlamıştı. Olguları son derece dar kategoriler içerisinde ele alıyordu. Örneğin, yaşamsal faaliyetleri ruhlara bağlıyordu. Aristoteles'e göre bitkilerin büyümelerini sağlayan bitkisel ruhları vardı. Hayvanlar da bitkisel ruhları sayesinde büyüyordu, fakat hareket etme yeteneğini sağlayan hayvansal ruhları da vardı. Son olarak, Aristoteles'e göre insanların bitkisel ve hayvansal ruhlarından başka bir de düşünme yeteneğini sağlayan rasyonel ruhları vardı.

Aristoteles mantığını basit genel çıkarsamalar üzerine kurmuştu: Bütün insanlar ölümlüdür. Sokrates bir insandır. O halde Sokrates de bir ölümlüdür. Evrenin yapısını açıklamak için Aristoteles yer ve gök arasında kökten bir ayrım yaptı. Dünya merkezdeydi; Ay, Güneş, gezegenler ve yıldızlar merkezleri Dünya'da olan kürelerin üzerindeki yörüngelerini izliyorlardı. Aristoteles'e göre, sonsuz ve kusursuz olan gökler Yunanca *aether* (esir) denilen göksel bir maddeden oluşuyor, mükemmel küresel yörüngeler izleyerek dönüyordu.

Buna karşılık, Dünya ve onun Ay'a kadar uzanan çevresi sürekli bir değişime sahne oluyordu. Dünyevi



Galileo'nun gençlik yıllarında, Arno Irmağı'nın ağzı yakınlarındaki Piza şehri

maddeler dört temel öğenin (toprak, su, hava ve ateş) çeşitli karışımlarından oluşuyordu. Aristoteles ısı ve nem niteliklerinden yola çıkarak bu öğeler hakkında “çıkarsamalarda” bulunmuştur: Toprak soğuk ve kurudur, su soğuk ve ıslaktır, hava sıcak ve ıslaktır, ateş sıcak ve kurudur.

Dünya’da gerçekleşen tüm değişimlerin bir nedeninin olması gerekirdi. Aristoteles dört neden önerdi ve bunları açıklamak için Yunan tanrıçası Athena’nın bir heykelini yapma örneğini verdi. Heykeli yapmak için bir maddesel nedene ihtiyaç vardır, yani mermere. Bir de biçimsel nedene ihtiyaç vardır, bu da tanrıçanın şekli yani formudur. Aletleriyle çalışan heykeltıraş, yani heykeli yapma faaliyeti ise etkin nedendir. Heykelin yapma amacı (tapınma veya süsleme) ise nihai nedendir.

Galileo’nun Piza’da aldığı derslerde incelediği felsefe sistemini, bu ve bunun gibi düşünceler oluşturuyordu. Bu fikirler Dünya’yı anlamak için bir sistem sağlıyordu;

bu sistem Avrupa'nın her yerinde eğitimli insanların kullandığı bir sistemdi. Ayrıca hem Katolik hem de Protestan kiliselerinin desteğine sahipti.

Ancak Galileo, sırf sıkıcı profesörler ve 2000 yıl önce ölmüş yaşlı bir Yunanlı öyle diyor diye bu fikirleri kabullenmiyordu. Bu konuda, Galileo müzik kuramıyla ilgili tartışmalara giren babasını örnek almıştı. Vincenzo geleneksel müzik kuramlarıyla çelişen önemli bir kitap yazmıştı.

Müzik kuramı da Eski Yunanlardan geliyordu. Onlara göre, bir lavtadan uyumlu sesler çıkması tellerin uzunluklarının birbirlerinin bayağı kesirleri olmasına bağlıydı. Örneğin, oktav oranı 1:2'dir (yani bir telin bir oktav üzerindeki diğer telin uzunluğu, ilk telin yarısı kadardır), beşinci 2:3'tür, dördüncü de 3:4. Eski Yunanlara göre tellerin uzunlukları arasındaki ilişki bunlardan daha büyük rakamlar içeren kesirlerle gösterilebildiği takdirde, lavtadan uyumlu sesler elde edilmesi hiçbir şekilde beklenemezdi.

Usta bir lavta çalgıcısı olan Vincenzo Galilei uyumun kulağımıza neyin hoş geldiğine göre belirlenmesi gerektiğini ileri sürdü. Farklı uzunlukta ve gerginlikteki tellerle deneyler yaptı ve sadece küçük tam sayıların kesirleriyle sınırlı olmayan uyumlu sesler elde etti. Örneğin tellerin gerilme oranı 16:25 iken sesler gayet uyumluydu. Vincenzo'nun iyice basite indirgenmiş kuramlar yerine gerçek deneylere başvurma yaklaşımı Galileo'yu da etkilemişti.

Galileo 1583 kışının sonlarında Aristoteles'ininden çok daha ilginç bir öğrenme yöntemi keşfetti: Eukleidesçi geometrinin mantığı. Sanat ve Tıp Fakültesi'nin eğitim programında matematik derslerine çok az yer veriliyordu. Ancak Toskana sarayındaki soylu aile çocuk-

larına daha fazla matematik öğretiliyordu. Her yıl grandük ve maiyeti Noel ile Pas-kalya arasında kalan dönemi Piza'da geçiriyordu. Galileo-nun babası Vincenzo, saray matematikçisi Ricci ile tanışıklığı olmasına rağmen oğlu-nu matematikten uzak tut-muştu, çünkü matematiğin müzik kuramını ezdiğini dü-şünüyordu.

Piza'da, babasından uzakta, Galileo Ricci'yi sarayda ziyaret etti ve Eukleides'in matematiğini keşfetti. Euk-leides'in İskenderiye'de MÖ 300 civarında yazdığı geo-metri kitabı o tarihten beri matematikte geçerli olan ders kitabıydı. Galileo kitabın ilginç mantığından etki-lenmişti. 45 yıl sonra Thomas Hobbes'un hissedecek-le-rini Galileo da pekâlâ hissetmiş olabilir. Hobbes önemli bir İngiliz filozoftu ve matematikle ilk karşılaşması şans eseri, eğitimini tamamladıktan yıllar sonra olmuştu. Hobbes'un tepkisi, hayatını konu alan bir metinde şö-y-le anlatılmıştır:



Burada orgçuya eşlik ederken görülen lavta çalgıcısı gibi, Galileo'nun babası da mükemmel lavta çalardı.

Geometri ile ilk karşılaştığında 40 yaşındaydı ve bu karşılaşma da tesadüfen oldu. Bir gün kütüphanede beklerken açık duran bir kitap gördü. Bu Eukleides'in Elemanlar adlı kitabıydı ve Pythagoras teoreminin (1. Kitap, Önerme 47) bulunduğuy sayfa açıktı. Teoremin özetini okudu. Tanrı adına, dedi (zaman zaman bir şeyi vurgula-mak için küfür ederdi). *Bu imkânsız!* Böylece te-oremi baştan sona okudu ve daha önceki teorem-lere göndermelerde bulunduğunu gördü; bunları

da okudu. Ve böyle devam ederek, sonunda ilk teoremin doğru olduğuna ikna oluncaya kadar okudu. Bu olaydan sonra geometriye büyük bir ilgi duymaya başladı.

Hobbes geometriye öylesine büyük bir ilgi duymaya başlamıştı ki, 20 yıl sonra Galler Prensi'nin (sonradan II. Charles) özel matematik öğretmenliğine getirildi. Benzer şekilde Galileo da matematikle ilk karşılaşmasından yaklaşık 20 yıl sonra Toskana Grandüklüğü varisine özel matematik öğretmenliği yapmıştı.

Galileo, Ricci'den bazı tavsiyeler aldıktan sonra kendi başına çalışmaya devam etmek üzere kitaplar ödünç aldı. Kısa süre içinde, tüm gayretini geometri çalışmaya adamaya başlamıştı. Ricci, Galileo'ya antik çağın en büyük matematikçisi olarak kabul edilen Arkhimedes'in çalışmalarını da göstermişti. Galileo Arkhimedes'ten kaldıraçlar ve yüzen cisimler gibi somut cisimlere geometri mantığını uygulamayı öğrendi.

Galileo matematiğe devam etmek konusunda babasının gönülsüz desteğini aldıktan sonra 1585 yılının ilkbaharına kadar Piza'da kaldı. Ondan sonra da, esas derslerine çalışmayı ihmal ettiği için son sınavlara girmedi ve diploma almadan üniversiteden ayrıldı. Bundan sonra matematikçi olarak geçimini sağlamaya başladı. Zaman zaman özel dersler vererek geçici işler bulmayı başardı. Geriye kalan zamanını Arkhimedes'in eserlerini inceleyerek ve bu Yunan matematikçiden öğrendiği fikirleri geliştirmenin yollarını arayarak geçiriyordu. Çok geçmeden, katı cisimlerin ağırlık merkezlerini bulmakta kullanılan hesaplamaları geliştiren bir teorem oluşturdu. Bir cismin ağırlık merkezi cismin her durumda dengesini sağladığı noktadır. Karmaşık şekilli bir cismin

ağırlık merkezini hesaplamak son derece güç bir matematik problemidir.

Galileo, onay ve destek almak için teoremini birçok matematikçiye gönderdi. Bunlardan biri Urbino'da bulunan Guidobaldo del Monte adında bir soyluydu. Kardeşi Floransa'da söz sahibi olan, önde gelen bir kardinaldi. Galileo'nun yeteneklerinin farkına varan bu ikili, onun tam zamanlı olarak matematik öğretmenliği yapabilmesi için olanak yaratmaya çalıştılar.

Galileo 1587 sonbaharında Cizvitlerin en önemli eğitim merkezi olan Roma Koleji'nin (*Collegio Romano*) başmatematikçisi ile tanışmak üzere Roma'ya gitti. Christoph Clavius Gregoryen takvimini oluşturmasıyla tanınıyordu. 1582'de Papa XIII. Gregorius yönetimindeki Kilise bu takvimde bir yılın gerçek uzunluğuna daha uygun hale getirmek için bazı düzeltmeler yapmıştı. Artık yılların sayısı azaltılmış, 1582 yılının Ekim ayından 10 gün çıkartılmıştı. Clavius da diğerleri gibi Galileo'dan çok etkilenmişti ve onun için tavsiye mektupları yazdı.

Sonunda, 1589 sonbaharında destekçileri Galileo'nun Piza Üniversitesi'ne matematik öğretmeni olarak atanmasını sağladı. Dört yıl önce diplomasını almadan ayrıldığı bu üniversitede bu kez eski profesörleriyle aynı kadrodaydı. Fakat felsefe profesörleri yılda 600 florin ve daha fazlasını kazanırken, Galileo'nun kazancı yılda sadece 60 florindi. Bunu günümüze uyarlayacak olursak, seçkin bir üniversite profesörü yılda 100.000 dolar kazanıyorsa Galileo ancak 10.000 dolar kazanıyordu.

Galileo'nun öğretmenlik görevleri pek ağır sayılmazdı. Boş zamanlarını Arhimeses'in yöntemlerini hareketli cisimlerin incelenmesine uygulamaya çalışarak geçiriyordu. Aristoteles bir cismin düşmesine sebep olan

şeyin o cismin ağırlığı olduğunu söylemişti. Dolayısıyla da ağır bir cismin daha hafif olan bir cisimden daha hızlı düşeceğini ileri sürmüştü. Galileo bu kuramın deneylerle çeliştiğini gözlemledi. Cisimlerin düşme hızlarında bir farklılık olduğunu kabul etse de, bunun nedeninin havanın kaldırma kuvveti olduğunu düşünüyordu. Galileo böylece Arkhimesdes'in suyun kaldırma gücüyle ilgili fikirlerini geliştirmiş oluyordu.

Arkhimesdes'e göre, su kendinden daha düşük yoğunluğa sahip maddelerden yapılmış cisimleri kaldırır. Galileo, havanın da yoğunluğu az olan cisimlere bir miktar kaldırma kuvveti sağladığı yönünde mantık yürüttü. Böylece yoğunluğu daha düşük olan cisimlerin, havada yoğunluğu daha fazla olanlara kıyasla daha yavaş düşeceği sonucuna vardı. Temel etken ağırlık değil, yoğunluktu. Galileo daha da ileri gidecek hava olmasaydı bir ortamda tüm cisimlerin aynı hızla düşeceğini iddia etti.

Galileo'nun öğrencilik yıllarındaki tartışmaya yatkın kişiliği profesörlüğünde de aynen devam ediyordu. Eski profesörlerinin artık eskimiş Aristotelesçi düşüncelerine karşı geliyordu. Bu profesörlerden biri olan Francesco Buonomici 1591'de hareket üzerine 1000 sayfalık kalın bir kitap yayımladı. Kitapta, hareketin nedenleri hakkında akla gelebilecek her türlü sava yer veriliyordu. Galileo profesörün "lafı çok uzattığı" kanısındaydı.

Galileo'nun eski profesörlerinden biri olan Francesco Buonomici 1591'de felsefe üzerine kapsamlı bir eser olan *De motu*'yu (Hareket Üzerine) yazdı.



Piza'da yaşadığı dönemde, Galileo *De motu locali* (Hareket Üzerine Notlar) başlıklı bir makalede bu konuda kendi görüşlerini kaleme aldı. Makalesini pek çok defa gözden geçirip düzeltmeler yaptığı halde, bazı kuramlarının deneyimlerle tam olarak uyuşmamasından hoşnut değildi. Günün birinde kuramlarını geliştirebileceği umuduyla makalesini yayımlamadı. Galileo, bu yapının 23 bölümden oluşan son şeklinde Aristoteles'in düşen cisimler kuramını eleştiriyor ve kendi Arkhimesdesçi uyarlamasını sunuyordu. Hareketi, Buonamici'nin kullandığı yöntemlere kıyasla çok daha matematiksel yöntemlerle inceledi. Fakat Galileo en sonunda çıkarsamalarının sonuçlarının gerçek deneylerle uyuşmadığını fark etti.

Galileo'nun yaptığı düşünülen deneylerden biri, Aristoteles'in fikirlerine ters düşüyordu. Yaklaşık 55 metrelik eğik Piza Kulesi şöhretinin bir kısmını Galileo'nun bu çan kulesinin tepesinden aşağıya bazı cisimler atmış olduğu inancına borçludur. Her ne kadar birçok çağdaş tarihçi böyle bir olayın hiç olmadığını düşünse de Galileo'nun Piza kulesinde en az bir deney yapmış olduğuna dair kanıt vardır.

Galileo'nun 1638 tarihli son kitabı *Discorsi e dimostrazioni mathematiche intorno a due nuove scienze attenenti alla meccanica*'da (Mekanikle İlgili İki Yeni Bilim Üzerine Söylevler ve Matematiksel Kanıtlar) bu konuya ilişkin bir açıklama yer almaktadır. Burada Galileo çok yüksek bir yerden aşağıya demir ağırlıklar bırakışını anlatır. Eğer bir cisim bir diğerrinin 10 katı daha ağır ise (diyelim ki bu iki cisim yaklaşık 4,5 kilogramlık bir top güllesi ile yaklaşık 0,5 kilogramlık bir misket topu olsun), Aristoteles'e göre ağır olan cisim yere düştüğünde daha hafif olan cisim aynı mesafenin sadece onda bi-

rini kat etmiş olacaktı. Galileo ise söz konusu iki cismin aynı anda yere düştüğünü gözlemlediğini iddia etmiştir, ya da aralarında en fazla bir karışıklık fark olduğunu.

Bu deneyin halkın önünde yapıldığına dair hiçbir kanıt yoktur. Galileo bu deneyi kendisi için, belki birkaç öğrencisiyle birlikte yapmıştır. Yine de onun filozoflara “Bana inanmıyorsanız, buyrun kendiniz deneyin.” diyerek sataştığını tahmin edebiliriz. Fakat bir kulenin tepesine ağır cisimler taşıyıp sonra da bunları aşağıya atmak filozoflara pek de filozofça bir iş gibi gelmemiş olabilir.

Filozofların kazandığının onda birini, hatta daha azını kazanan Galileo akademik sıralamada kesinlikle en alt basamaklarda yer alıyordu. Ayrıca Aristoteles’le ters düşmesi meslektaşlarının iyice gözünden düşmesine yol açmıştı. Üç yıllık süresi dolduğunda anlaşmasının yenilenmesini beklemiyordu. Haklıydı.

Temmuz 1591’de Vincenzo Galilei öldüğünde ailenin sorumluluğu oğluna kaldı. Barınma ve beslenme giderlerinin yanı sıra Galileo’nun başka bir mali yükü daha vardı. Kızkardeşi Virginia 1591’in başlarında evlenmişti ve çeyizinin olması gerekiyordu. O zamanlar, evlenen kadının kocasıyla birlikte kurduğu yeni eve kumaş ve para götürmesi âdettendi. Galileo daha babasının ölümünden önce Virginia’ya ipekten bir yatak perdesi takımı alarak çeyize katkıda bulunmuştu. Babasına şöyle yazmıştı: “Şimdi perdenin kenarlarına ipek püsküller yaptırıyorum. Ayrıca karyolayı da yaptırabilirim. (.....) Arzu ederseniz dört beş elbise yapmaya yetecek kadar, çok zarif desenli Şam kumaşı ve kadife de getirebilirim.”

Çeyizin maliyeti konusunda anlaşmaya varıldıktan sonra ödeme koşulları da belirlendi. Çeyizin toplam ma-

liyeti Galileo'nun birkaç yıllık gelirini buluyordu. Çeyiz borcunu ödemek Galileo'nun yıllarını alacaktı. Acilen yeni bir iş bulması gerekiyordu. Aristokrat arkadaşlarının desteğiyle nihayet Padova Üniversitesi'nde matematik profesörü olabildi. Üstelik geliri önceki işinden kazandığının iki katından fazlaydı. İşler yoluna giriyordu.

EŞİT DÜŞME HIZLARI

Aristoteles ağır cisimlerin daha hafif olan cisimlerden daha hızlı düştüğünü ileri sürmüştü. Galileo'nun döneminde yaşayan filozoflar hâlâ öyle düşünüyordu. Fakat Galileo gençliğinde dolu tanelerinin yere düşüşünü izlerken bu görüşten şüphe etmeye başladığını söyledi. Farklı büyüklüklerdeki dolu tanelerinin yere aynı anda düştüğünü izlemiş ve aynı hızda düştükleri sonucuna varmıştı. Farklı hızlarla düşüyorlarsa, yere birlikte varmak için daima tam gereken zamanda ve noktada düşmeye başladıklarına bir türlü inanması gelmiyordu.

Galileo *De motu locali* (Hareket Üzerine Notlar) başlıklı makalesinde farklı ağırlıktaki cisimlerin aynı hızla düştükleri -yani düşüş hızlarının ağırlıklarına bağlı olmadığı- fikrini destekleyen bir sav ileri sürdü.

Farklı ağırlıklarda iki kurşun blok düşünelim; birinin ağırlığı yaklaşık 0,5 kilogram, diğeri de yaklaşık 2,5 kilogram olsun. Bu blokları yaklaşık 30 metrelik bir yükseklikten aşağı bırakalım. Aristoteles taraftarlarına göre 2,5 kilogramlık blok yere düştüğünde 0,5 kilogramlık bloğun sadece 6 metre yol almış olması gerekir. Yani, cisimlerin düşme hızını ağırlıkları belirler.

Galileo şunu soruyordu: Eğer iki blok birbirine bağlanacak olsa Aristoteles'e göre düşme hızı ne olurdu? Muhtemelen 0,5 kilogramlık bloğun 2,5 kilogramlık bloğun hızını keseceğini söylerdi. O zaman iki bloğun bir arada, tek başına 2,5 kilogramlık bloğun düşme hızından daha yavaş bir hızla düşmesi gerekirdi. Oysa iki blok birleşince ağırlık yaklaşık 3 kilogram ediyor. O halde Aristoteles'in kuralına göre, bir aradaki iki bloğun 2,5 kilogramlık bloktan daha hızlı düşmesi gerekir. Daha hızlı mı, daha yavaş mı? Burada bir çelişki var!

Galileo şöyle yazmış:

Aristoteles'in yanlışlığına dair bundan daha açık bir kanıtı gerek var mı? Sorarım size, konuya sadece doğal olarak bakan biri gerçeği derhal fark etmeyecek midir? Çünkü, iki bloğun eşit ve yan yana olduğunu varsaysak, eşit hızda düşeceklerini herkes kabul ediyor. Peki bunları düşerken birleştirdiğimizi düşünelim. Aristoteles'in iddia ettiği gibi hızları neden iki katına çıksın?

Dolayısıyla, aynı maddeden yapılmış fakat ağırlıkları farklı olan cisimlerin farklı hızlarla düşmesi için hiçbir neden yoktur.



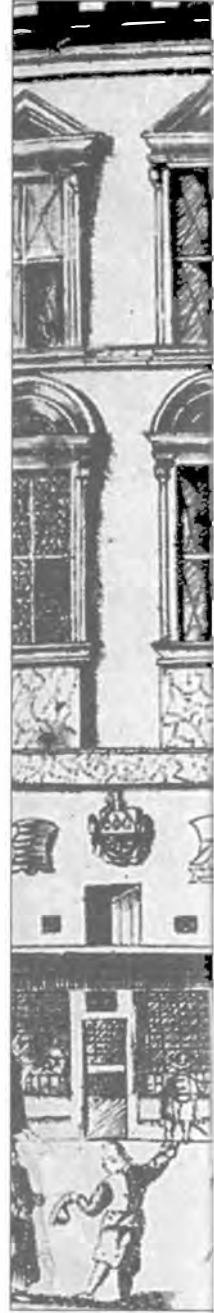
Galileo cisimlerin şekillerinin ve yoğunluklarının havadaki düşme hızlarını etkileyeceğini kabul ediyordu. Yaşamının daha sonraki döneminde, bir yün yumağının ve bir kurşun parçasının havası alınmış bir ortamda aynı hızla düşeceğini ileri sürdü. 1650'li yıllarda vakum pompasının icadıyla birlikte bilim adamları Galileo'nun bu savının doğruluğunu ispat ettiler.

2 Ağustos 1971 tarihinde *Apollo 15* astronotlarından David R. Scott bu deneyi Ay'da yaparken televizyonlardan naklen yayımlandı. İzleyiciler, bir kuş tüyü ile bir çekicin Ay'ın yüzeyine doğru yan yana, eşit hızla düştüğüne tanık oldular. Albay Scott "Bu olay Bay Galileo'nun haklı olduğunu ispat eder." yorumunu yaptı.

Padova'da Profesörlük Yılları

İtalya'nın en önde gelen üniversitesi olan Padova'da Avrupa'nın dört bir yanından gelen öğrenciler öğrenim görüyordu. Piza Üniversitesi Padova'ya kıyasla dünyadan habersiz bir köy okulu gibi kalıyordu. Adriyatik Denizi'nin kıyısında, 40 kilometre doğuda kalan Venedik'ten yönetildikleri halde Padovalılar entelektüel özgürlükleri sayesinde hızla geliyordu. Galileo 1592'nin Aralık ayında Padova Üniversitesi'nde ders vermeye başladı. O zaman 28 yaşında olan Galileo, sonradan hayatının en iyi 18 yılı olarak nitelendireceği yeni bir döneme başlıyordu. Zekâsını değerlendirebilecek düzeyde meslektaşları oldu ve hayat boyu devam edecek çok sayıda arkadaşlık kurdu.

Küçük bir Katolik rahipler topluluğunun bilgili üyelerinden biri olan Paolo Sarpi, Venedik hükümetine siyasi ve dini konularda danışmanlık yapıyordu. Bilhassa Venedik'in papanın denetiminden kurtulma çabalarını desteklemek için büyük gayret sarfediyordu. Galileo Pado-





Filozof Cesare
Cremonini Padova'da
yaşadığı dönemde
Galileo'nun yakın
arkadaşı oldu.

va'ya gelişinden kısa süre sonra Sarpi ile çok yakın arkadaş olmuştu. İkili sık sık Galileo'nun bilimsel keşifleri üzerine konuşuyordu.

Venedikli genç bir aristokrat olan Giovanfrancesco Sagredo, Padova'da Galileo ile birlikte çalışıyordu. Sagredo'nun 1620'deki ölümüne değin bağları kopmadı. Daha sonra Galileo, Sagredo'yu en önemli iki kitabında bir karakter olarak yaşattı.

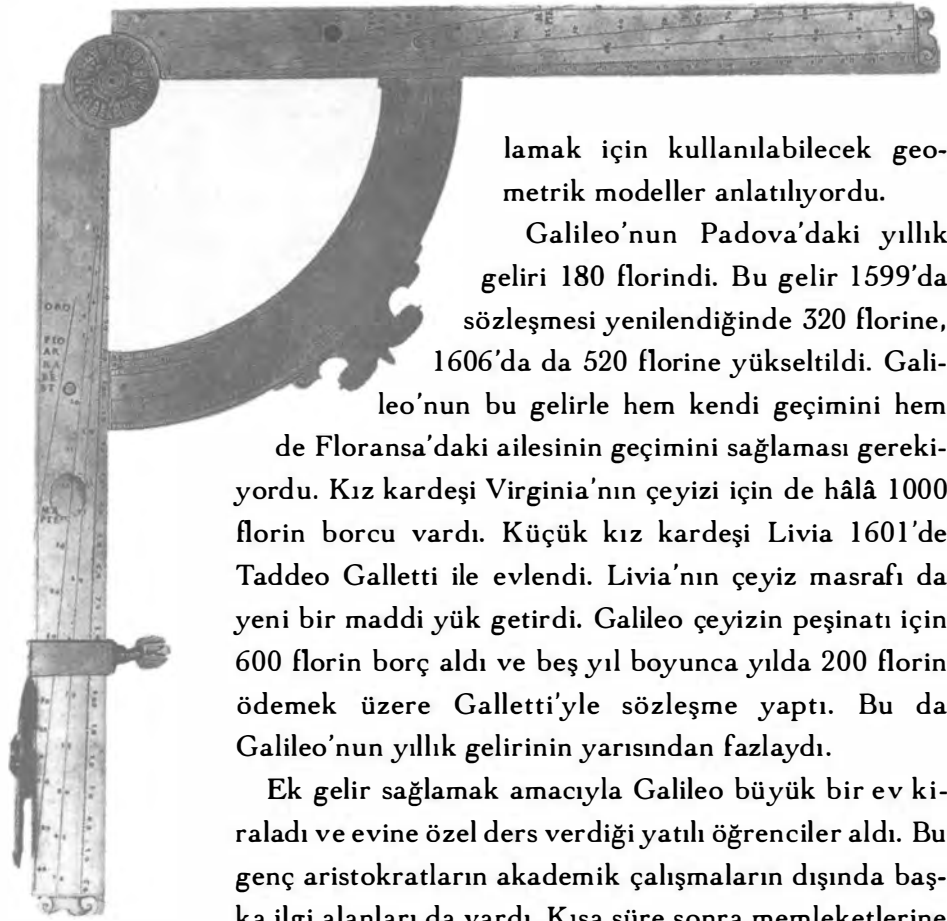
Bir Benedikten olan Benedetto Castelli 1604-1607 yılları arasında Padova'da Galileo'yla birlikte çalışıyordu. Daha sonra Floransa'da pek çok bilimsel araştırmada işbirliği yaptılar.

Ünlü filozof Cesare Cremonini de Galileo'nun üniversitedeki meslektaşları arasındaydı. Galileo'nun felsefeye duyduğu güvensizliğe karşın ikisi iyi arkadaş oldular ve zaman zaman birbirlerine borç para verdiler. Cremonini Aristoteles'in tüm öğretilerinin sadık savunucusuydu. Felsefeyi Kutsal Kitap'ın öğretilerine uygun hale getirmek için Kilise Babaları'nın yaptığı müdahaleleri görmezden geliyordu. Cremonini tek görevinin Aristoteles'in yazdıklarını anlamak olduğunu ileri sürüyordu. Bu tutumu yüzünden kilise yetkilileriyle başı derde girdi; Hıristiyanlığın saflığını korumakla görevli bir kilise mahkemesi olan Roma Enkizisyonu'nun Cremonini hakkında soruşturma açması emredildi. Şiddetli görüş ayrılıklarına düştüklerinde bile Galileo Cremonini'nin düşünsel bağımsızlığını çok beğeniyordu.

Galileo, Padova Üniversitesi'nde matematik ve temel gökbilim dersleri veriyordu. Derslerinin başlıca amacı doktorlara yıldız falına bakmak için gerekli becerileri öğretmektir. Yıldız falına bakmak için kişinin doğduğu anda gezegenlerin kesin konumlarını hesaplamak gerekiyordu. Gezegenlerin hangi "burçta" bulunduğuna bakarak kişinin hayatının önceden görülebildiğine inanılıyordu. O zamanlar doktorlar, hastalarının yaşamlarıyla ilgili olarak yıldızların vereceği ön bilgilere sahip olmanın faydalı olacağını düşünüyorlardı. Doktor eğer yıldız falından hastasının erken yaşta öleceğini öğrenirse, nasıl olsa faydasız olacağını bildiğinden uygulayacağı tedavi konusunda daha rahat davranabilirdi.

Matematik öğrenimi Eukleides'in *Stoikheia* (Elemanlar) adlı yapıtının birinci ve beşinci kitaplarıyla sınırlıydı. Temel teoremlerden bazıları şöyleydi: Bir üçgenin iç açılarının toplamı iki dik açının toplamına eşittir. Tabanları ve yükseklikleri eşit olan üçgenlerin, eğimleri ne olursa olsun, alanları eşittir. Dik açılı bir üçgende hipotenüsün (dik açının karşısındaki kenar) karesi, diğer iki kenarın karelerinin toplamına eşittir.

Gökbilim alanında Galileo Johannes Sacrobosco'nun *De sphaera mundi* (Yerküre) adlı eseri ile Georg Peurbach'ın *Theoricae novae planetarum* (Gezegenler Kuramı) adlı eserini öğretiyordu. 1240 civarında yazılmış olan *De sphaera* Aristoteles'in kozmolojisine yalın bir giriş niteliğindeydi. Gezegenlerin ve yıldızların göksel küreleri arasındaki geometrik ilişkileri açıklıyordu. Kitapta Dünya'nın bir küre olduğuna dair savlar da yer alıyordu. Ayrıca zamanı ölçmenin basit ilkelerinden ve Dünya'nın çeşitli bölgelerindeki farklı iklimlerden söz ediliyordu. *Theoricae novae planetarum*'da gezegenlerin gökteki hareketleri ve bu hareketleri önceden hesap-



Galileo geometrik ve askeri pergeli açılar ölçmek ve hesaplamalar yapmak için kullandı.

lamak için kullanılabilecek geometrik modeller anlatılıyordu.

Galileo'nun Padova'daki yıllık geliri 180 florindi. Bu gelir 1599'da sözleşmesi yenilendiğinde 320 florine, 1606'da da 520 florine yükseltildi. Galileo'nun bu gelirle hem kendi geçimini hem de Floransa'daki ailesinin geçimini sağlaması gerekiyordu. Kız kardeşi Virginia'nın çeyizi için de hâlâ 1000 florin borcu vardı. Küçük kız kardeşi Livia 1601'de Taddeo Galletti ile evlendi. Livia'nın çeyiz masrafı da yeni bir maddi yük getirdi. Galileo çeyizin peşinatı için 600 florin borç aldı ve beş yıl boyunca yılda 200 florin ödemek üzere Galletti'yle sözleşme yaptı. Bu da Galileo'nun yıllık gelirinin yarısından fazlaydı.

Ek gelir sağlamak amacıyla Galileo büyük bir ev kiralar ve evine özel ders verdiği yatılı öğrenciler aldı. Bu genç aristokratların akademik çalışmaların dışında başka ilgi alanları da vardı. Kısa süre sonra memleketlerine dönüp mülklerinin sorumluluğunu üstleneceklerdi. Galileo bu gençlere uygulamalı matematik, örneğin haritacılık ve şatolarını sağlamlaştırma yolları öğretti. Çok öğrencisinin olduğu yıllarda geliri neredeyse 1000 florine çıkıyordu.

1595-1602 yılları arasında Galileo uygulamalı matematik projeleri üzerinde çalıştı. Örneğin, mevcut bir aleti geliştirerek kullanışlı bir mekanik hesaplama aletine dönüştürdü: Küçültme pergeli, diğer adıyla oran cetveli. Galileo bu alete geometrik ve askeri pergel adını vermişti. Oran cetveli her biri yaklaşık 30 santimetre

uzunluğunda ve 2,5 santimetre genişliğinde, hareketli iki yassı koldan oluşuyordu. Kolların üzerindeki işaret çizgileri çeşitli aritmetik ve geometrik kurallara göre yerleştirilmişti. Cetveli hesaplamalarda kullanmak için, bir iğneli pergel kollardan birinin üzerinde belli bir genişlikte açılır. Sonra, cetvelin kollarındaki birbirine karşılık gelen noktalar iğneli pergelin açıklık mesafesine denk gelecek şekilde, cetvelin kolları açılır. Sonra da, iğneli pergel cetvelin kollarının üzerinde birbirine uyan başka iki rakamı gösterecek şekilde yeniden ayarlanır. İğneli pergelin bu ayarı problemin çözümünü verir. Kollar aralarında 90 derecelik bir yay olacak şekilde ayarlandığında, alet dik açıları saptamayı sağlayan bir kareye dönüşür. Yaydaki işaretler aygıtın açıları ölçmek için bir nişangâh olarak kullanılmasına olanak sağlar.

Galileo, bu cetvellerden yaptırmak ve satmak için Marcantonio Mazzoleni adında yatılı bir zanaatkâr tuttu. 10 yıllık bir sürede Mazzoleni ayda ortalama bir cetvel yaptı. Aletler kayda değer bir kâr sağlamıyordu. Galileo kazancının büyük bir kısmını cetveli satın alanlara aleti nasıl kullanacaklarını öğrettiği dersler sayesinde elde ediyordu. Sonunda 30'u aşkın hesaplama şeklinin tarif edildiği bir kılavuz kitap hazırladı.

Galileo ayrıca mekanik aygıtlar üzerine kısa bir inceleme yazarak bunu üniversitede ders kitabı olarak da kullandı. Galileo bu incelemede makinelerin ağır cisimleri, doğrudan kaldırılmaları için gerekenden daha az bir kuvvetle kaldıracabileceğini açıklıyordu. Antik çağlarda kullanılan altı makine vardı: Kaldıraç, palanga, eğik düzlem, takoz, tornavida ve mil teker (buna çıkkrık, bocurgat ve krank da deniyordu). Galileo'dan önce de makineler konusunda pek çok inceleme yazılmıştı. Bunlardan biri Galileo'nun hamisi Guidobaldo del Monte'ye

aitti. Galileo yeteneklerini kullanarak bu altı makineyi bir tek basit ilkeye göre inceleme becerisini göstermişti.

Bilinen bir örnek verelim. Tahterevallinin bir ucunda yaklaşık 22,5 kilogram ağırlığındaki Anna, diğer ucunda da yaklaşık 68 kilogramlık ağabeyi Bruno oturmaktadır. Dengede durabilmeleri için Anna'nın tahterevallinin merkezinden 180 santimetre, Bruno'nun da 60 santimetre uzakta olması gerekir. Burada Galileo'nun vurguladığı nokta Bruno'yu 30 santimetre kaldıracı için Anna'nın yaklaşık 90 santimetre aşağı inmesi gerektiği idi. Anna'nın daha az olan ağırlığı Bruno'yu hareket ettirmeye yetse de, bunu başarabilmek için üç kat daha uzağa gitmesi gerekir. Galileo benzer bir durumu aşağıdaki gibi ifade etmiştir (Anna'nın kendi ağırlığına eşit bir yükü kaldırabileceğini varsayarak):

Kaldırıcın uzunluğundan elde edilen fayda şudur: Kaldıraçtan yararlanılmadığı takdirde, ancak yaklaşık 22,5 kilogramlık parçalar halinde hareket ettirilebilecek olan bu ağır cismi [Bruno] aynı kuvvetle, aynı süre içinde ve eşit bir hareketle [30 santimetre] bir kerede hareket ettirebilme yeteneği.

Bundan sonra Galileo diğer makinelerin de tamamen aynı ilkeye göre işlediğini gösterdi. Analizinde her bir makineyi kaldırıcın çeşitli biçimlerine indirgedi.

Galileo mekanik üzerine yazdığı incelemeyi pek çok kez gözden geçirerek yeniden şekillendirdi. Birçok el yazması kopya kullanımdaydı. Marin Mersenne adında bir rahip tarafından ilk kez 1634'te Fransızca olarak *Floran-sa Dükünün Matematikçisi ve Mühendisi Galileo'nun Mekanığı* başlığıyla matbaada basılmış hali yayımlandı.

Mali durumunun biraz düzelmesiyle birlikte Galileo toplumsal faaliyetlere daha fazla vakit ayırmaya başladı. Şarkı söyleyen gondolcuların gidip geldiği Büyük Kanal boyunca sıralanmış çok sayıda gösterişli saraylarıyla ef-sanevi Venedik şehrini sık sık ziyaret ediyordu. Bu geziler sırasında Marina Gamba adında Venedikli bir kadınla tanışıp ona âşık oldu. Evlenmediler, ama üç çocukları oldu: Ağustos 1600'de dünyaya gelen Virginia, Ağustos 1601'de dünyaya gelen Livia ve Ağustos 1606'da dünyaya gelen Vincenzo. Marina çocuklarını büyütmek için Padova'ya taşındı, fakat Galileo ailesini pansiyoner öğrencilerin kaldığı kendi evine değil ayrı bir eve yerleştirdi.

Venedik'e yaptığı ilk ziyaretlerden birinde Galileo okyanus gelgitlerine özgün bir açıklama buldu. Venedik'e su taşıyan bir mavnayı izlerken, teknenin hızı değiştikçe içindeki suyun bir uçtan diğer uca gidip geldiğini fark etti. Zihninde denizdeki gelgit olayını da suyun mavnanın bir ucunda birikmesine benzer bir olay olarak canlandırdı. Daha önce Venedik'te gelgit sırasında su seviyesinin ne kadar çok değiştiğini görüp şaşırmıştı; su seviyesindeki değişiklik İtalya'nın diğer tarafında bulunan Piza'nın kıyılarında gördüklerinden çok daha fazlaydı.

Galileo okyanuslardaki gelgitin Dünya'nın sallanmasından kaynaklanabileceğine kanaat getirdi. Bu da Dünya'nın kendi eksenini etrafındaki ve Güneş'in çevresindeki hareketinin bir sonucu olabilirdi -eğer Polonyalı gökbilimci Mikolaj Kopernik'in kuramı doğru idiyse.

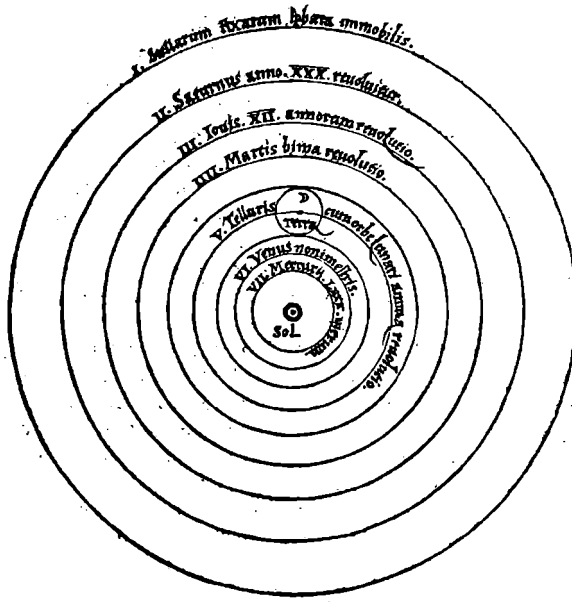
Kopernik kuramını 1543'te yayımlamıştı. Amacı MS 150'den beri geçerli olan Ptolemaios modelinin yerine geçecek yeni bir model getirmektir. Ptolemaios'un gezegenlerle ilgili modeli Aristoteles'in kozmolojisini temel alıyordu: Merkezde Dünya vardı, Ay, Güneş ve diğer

beş gezegen Dünya'nın etrafında küresel yörüngelerini izliyordu. Buna karşılık Kopernik, Dünya'yı bir gezegen olarak ele aldı. Dünya'yı Venüs ile Mars'ın arasında diğer tüm gezegenlerle birlikte Güneş'in çevresinde yörüngelere yerleştirdi. Sadece Ay Dünya'nın çevresinde dönüyordu. Her iki modelin de gezegenlerin konumları hakkındaki tahminleri aşağı yukarı aynı doğruluktaydı. Ancak Ptolemaios'un modeli sanki daha akla yakın gibiydi. Ne de olsa Dünya'nın hareket ettiğini hissetmiyoruz. Galileo'nun derslerinde kullandığı Gezegenler Kuramı adlı eser Ptolemaios'un modelini temel alıyordu.

Galileo, Kopernik'in kuramından haberdar olduğu halde 1595'e kadar bu kurama pek fazla ilgi göstermemişti. Ama artık Dünya'nın günlük ve yıllık hareketlerinin bir arada Dünya'nın uzaydaki hızında düzenli değişimlere yol açacağını düşünüyordu. Belki de bu hareketler tıpkı Venedik'te gördüğü mavnanın içindeki suyun gidip gelmesi gibi, okyanuslarda gelgite neden olacak kadar Dünya'yı sallayabiliyordu. Galileo o sıralar bu fikrin üzerinde pek fazla durmadı, ama ileriki yıllarda gelgitle ilgili kuramı başına büyük işler açacaktı.

Galileo 1602 yazında Piza'dayken bir kenara bıraktığı hareketle ilgili çalışmalarını tekrar ele aldı. O tarihe kadar cisimlerin düşerken hızlarının sürekli arttığı fikrini hiç de önemli bulmamıştı. O yıl çeşitli hareketleri deneyler yaparak incelemeye karar verdi. Guidobaldo del Monte'ye yazdığı Kasım 1602 tarihli bir mektup sayesinde bu çalışmaların bir kısmı hakkında bilgi sahibiyiz. Bildiklerimizin geri kalanını ise Profesör Stillman Drake'in 1972-1988 yılları arasında Galileo'nun çalışma notları üzerinde yaptığı özenli bir incelemeye borçluyuz.

Galileo hareket konusunu gökbilimcilerin 2000 yıldır kullandığı yöntemle incelemeye karar vermişti. Gökbilim



Polonyalı gökbilimci Mikolaj Kopernik Güneş'i evrenin merkezine. Dünya'yı ve diğer gezegenleri de Güneş çevresinde yörüngelere yerleştirerek uzun zamandır kabul edilen Dünya'nın evrenin merkezi olduğu inancına meydan okumuştur.

limciler göklerin modellerini ortaya koymuşlar, sonra da bu modeller üzerinde gözlemlerine uyacak şekilde değişiklikler yapmışlardı. Galileo cisimlerin hareketiyle ilgili olarak, ölçebildiği mesafeler ve süreler için aynı sayısal sonuçları verecek bir matematiksel model oluşturmaktı. Daha önce hiç kimse gökbilim hariç başka hiçbir bilim alanında bu yaklaşımı kullanmamıştı. Galileo'ya "ilk fizikçi" dememizin nedeni budur.

Galileo her ne kadar *dikey* düşüşü açıklamak istediysede deneyleri bu noktadan başlamadı. Düşme eylemi, destekli bir cismin desteği kaldırıldığında gerçekleşir. Düşme eylemi çok çabuk gerçekleştiği için Galileo düşüşü "yavaşlatmanın" yollarını aradı. Serbest düşüş ögesi içeriyor gibi görünen iki hareket örneği buldu.

Her iki durumda da hareket, desteğin kaldırılmasıyla başlıyordu. İlkinde, ortasında bir oluk olan eğik bir düzlemin üst kısmından bırakılan top aşağı doğru yuvarlanır. İkincisinde, bir ipin ucunda asılı duran top (bir sarkaç) bir yana doğru çekilip bırakıldığında ileri geri salınır.

GALİLEO'NUN GELGİT OLAYINA GETİRDİĞİ AÇIKLAMA

Galileo gelgit olayını Dünya'nın günlük ve yıllık hareketlerini birleştirerek açıklamaya çalıştı. İleri sürdüğü etki gerçekten varsa da çok küçük bir etkidir. Gelgit olayının kabul edilen açıklaması Ay'ın ve Güneş'in okyanuslar üzerindeki kütleçekimi etkisinin kara üzerindeki farklı olmasıdır. Böyle bir açıklama ancak Isaac Newton'ın 1600'lerin sonlarına doğru yapacağı kütleçekimi araştırmalarıyla gelecekti.

Galileo'nun ileri sürdüğü açıklamanın en büyük özelliği okyanuslardaki gelgiti Ay'dan kaynaklanan gizemli bir güce bağlamamasıydı. Açıklamasının bütünüyle mekanik olmasını istiyordu.

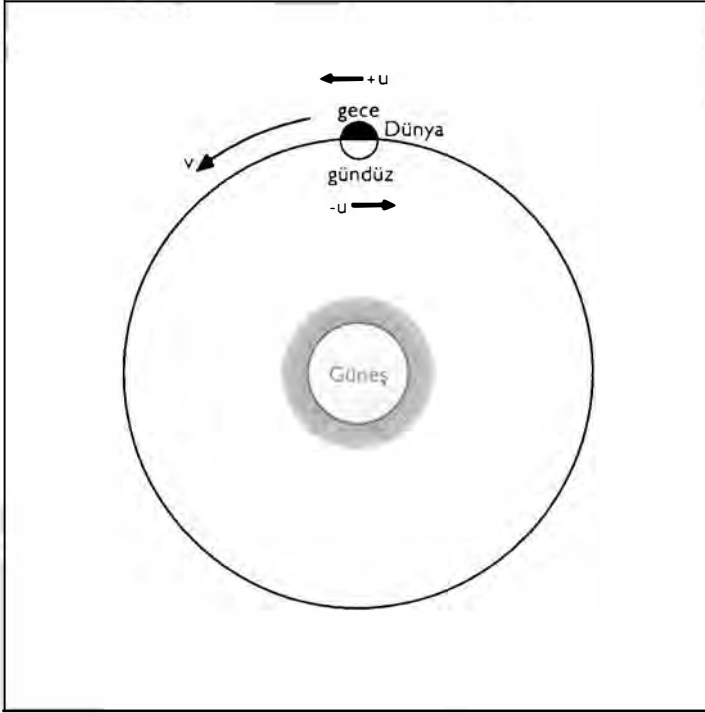
Burada, Paolo Sarpi'nin 1595 tarihli güncesinden alınan dört paragrafa dayanarak, Galileo'nun fikrinin ilk halinin daha detaylı bir açıklamasını sunuyoruz.

Dünya'nın merkezi kendi yörüngesi üzerinde günde 1 derece, yani yarım günde 30 dakika ilerler (1 derece=60 dakika). Dünya'nın çapı Güneş çevresindeki yörüngesinin yaklaşık 6 dakikası kadar olduğu için, gece tarafındaki bir nokta bu 30 dakikadan yüzde 20 daha hızlı ilerler; gündüz tarafındaki bir nokta da yüzde 20 geri kalır. Yani Dünya'nın yüzeyi yıldızlara göre bazen hızlı, bazen ortalama bir hızda ve bazen de yavaş hareket eder.

Hareket halindeki bir kabın içinde taşınan su, hareketin başlangıcında geride kalır ve kabın arka tarafında yükselir, çünkü hareket suya tam olarak aktarılmamıştır. Kabın hareketi durduğunda suyun hareketi devam eder ve su ön tarafta yükselir. Denizler de bir kabın içine konan suya benzer. Bu kaplar Dünya'nın günlük ve yıllık hareketlerinin birleşimiyle önce hızlı sonra da daha yavaş hareket eder. Dünya'nın çevresinin dörtte birinden daha büyük olan bir deniz, Dünya'nın bazen daha hızlı ve bazen de daha yavaş hareketine maruz kalacaktır.

Dolayısıyla göllerde ve küçük denizlerde gelgit olayı yaşanmayacaktır, çünkü bunlardaki hız değişimleri çok küçüktür. Daha büyük denizlerdeki gelgit olayı ise denizin uzunluğunun Dünya'nın değişen hareketine dik ya da paralel olmasına bağlı olarak değişecektir.

Denizlerdeki gelgit iki bölümden oluşur. Önce Dünya'nın hareketi hızlandıkça su geride kalır ve arka tarafta yükselir. Sonra Dünya'nın hareketi yavaşladıkça su ileri doğru gitmeye devam eder ve ön tarafta yükselir. Her iki eylemi suyun doğal olarak yeniden dengesini bulma eğilimi takip eder. Dolayısıyla, denizdeki ya da okyanustaki su, içinde bulunduğu kabın büyüklüğüne bağlı olan bir hızla ileri geri salınacaktır.



Galileo'ya göre Dünya'nın günlük ve yıllık hareketleri birleşerek okyanuslarda gelgite yol açıyordu. Yukarıdaki çizimde v Dünya'nın Güneş'in yörüngesindeki hızını, u ise Dünya'nın kendi eksenini etrafındaki dönüş hızını ifade etmektedir.

Galileo'nun eğik düzlemler ve sarkaçlarla yaptığı deneysel ölçümler 128. sayfada anlatılmaktadır. Galileo yaptığı bu ölçümler sayesinde pek çok ilginç ve önemli düzenli sayısal ilişki buldu. Ortasında bir oluk olan, hafifçe eğimli bir düzlemden aşağıya yuvarlanan bir topun kat ettiği mesafenin, yuvarlanmaya başladığı andan itibaren geçen sürenin karesiyle orantılı olduğunu keşfetti. Eğer top 0,2 saniyede 4 santimetre yol alıyorsa, o halde 0,5 saniyede de 25 santimetre yol alır. Bu ilişki şöyle ifade edilebilir:

$$\frac{25 \text{ cm}}{4 \text{ cm}} = \frac{(0,5 \text{ sn})^2}{(0,2 \text{ sn})^2} = \frac{25}{4}$$

Galileo kısa olan sarkaçlara kıyasla uzun sarkaçların bir salınımı daha uzun sürede tamamladığını keşfetti. Sarkaç hareket ederken bir kovanın dibinden ince bir boru vasıtasıyla dışarı akan suyu tartarak zamanı ölçtü. Yapısal olarak ilkel olsa da bu oldukça doğru sonuç veren bir su saatidir. Özenli ölçümler yaparak sarkacın bir salınımı tamamlaması için geçen sürenin, sarkacın uzunluğunun kareköküyle orantılı olduğunu gösterdi. Bir metre uzunluğundaki bir sarkacın bir salınımı tamamlaması 2 saniye sürer. Yarım metrelik bir sarkacın bir salınımı ise 1,41 saniyedir, yani $\sqrt{2} = 1,4142$

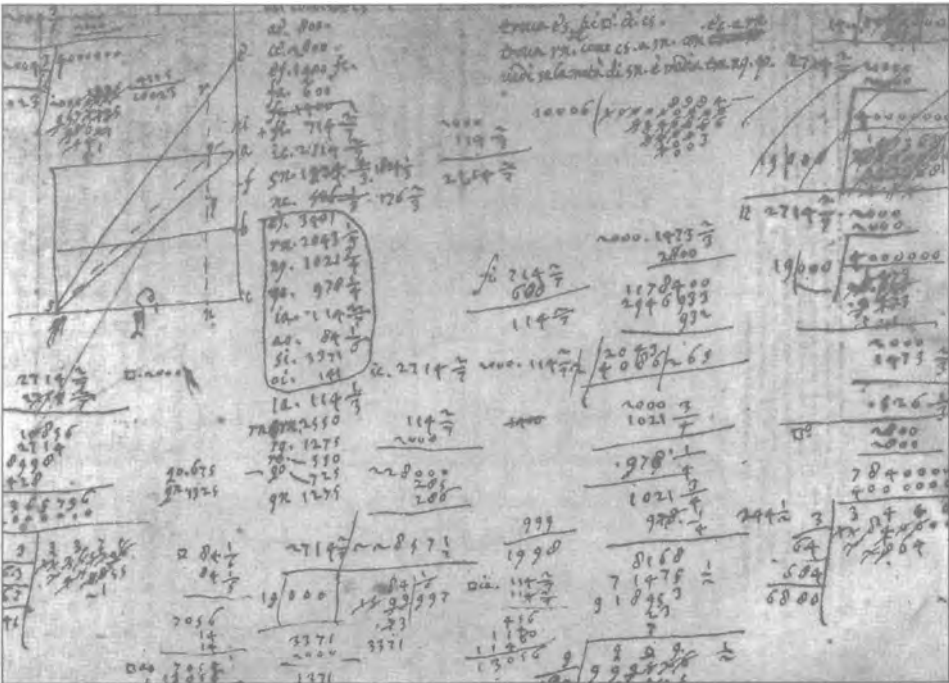
Galileo su saatini bazı cisimlerin dikey düşüşlerini ölçmek için de kullandı. Ancak çok sayıda o tür deney yapmaktansa, düşme mesafelerine eşit uzunlukta sarkaçlar kullanarak, düşme sürelerini sarkaçların salınım süreleriyle karşılaştırdı. Yaptığı az sayıdaki deney sonucunda Galileo düşme süresiyle salınım süresi arasında sabit bir sayısal ilişki olduğunu keşfetti. Sonra da sarkaç için, salınım süresiyle sarkaç uzunluğunun karekökü arasındaki ilişkiyi hatasız olarak saptadı. Sarkacın salı-

nım süresi ve uzunluğu arasındaki ilişkinin doğruluğundan emin olarak, bu bilgileri aynı doğrulukta düşme sürelerine aktardı.

Galileo bu sonuçlar sayesinde, hareketsiz haldeyken düşüşe geçen bir cismin düşerken kat ettiği mesafenin, geçen sürenin karesi kadar arttığını belirledi. Bu cismin hızının düştükçe arttığı anlamına gelir, yani hareket ivme kazanır. Fakat Galileo, düşme sırasında hızın tam olarak *nasıl* arttığını açıklayabilmek istiyordu. Bunun için dört yıl daha çalışması gerekecekti.

Hızın mesafeyle beraber arttığına dair bir kuraldan yola çıkarak, Galileo bu kuralın mesafenin zamanla birlikte nasıl arttığına dair vereceği sonuçları çıkarsadı. Ekim 1604'te Paolo Sarpi'ye yazdığı bir mektuba göre, eğer hız düşerken kat edilen mesafeye oranla artıyorsa, o zaman mesafe de geçen sürenin karesi kadar artıyor-

Galileo'nun hareket konusundaki çalışma notlarından çeşitli hesaplamaların yer aldığı bir sayfa



du. Bu sonuç deneyimlere uysa da, Galileo'nun akıl yürütmesi hatalıydı. 1608'e gelindiğinde hatasını düzeltmişti. Eğer hız *zaman* ile doğru orantılı olarak artıyorsa, mesafenin zamanın karesi kadar artacağını gösterdi. Fizikçiler ve mühendisler günümüzde de bu sonucu kullanmaktadır.

Yine 1608'de Galileo, ileri doğru fırlatılan bir cismin (örneğin bir top güllesinin) parabol denilen bir eğriyi izlediğini gösterdi. Bu bilginin ışığında, kullanılan barut miktarına ve topun namlusunun hangi açıda durduğuna bağlı olarak topların menzilini önceden tahmin edebilirdi.

Galileo hareket üzerine yaptığı çalışmalara Ekim 1604'te ara vermek zorunda kaldı. Ekim'in 15'inde gökyüzünde yeni bir parlak yıldız fark edilmişti. Aristoteles'e göre kusursuz göklerde *hiçbir* değişiklik olmasına imkân yoktu, hele de yeni yıldızların ortaya çıkmasına. Padova'daki felsefe profesörleri bu yeni yıldızın Dünya'ya Ay'dan daha yakın olduğunu, dolayısıyla göklerde olmadığını ileri sürüyordu. İnsanlar bu yeni yıldız hakkında Galileo'ya danıştılar. Avrupa'da pek çok şehirden, bu yıldızın Ay'dan çok daha uzakta olduğunu ortaya koyan bilgiler geliyordu. Galileo bu yıldızın Dünya'ya olan uzaklığını *paralaks* (ıraklık açısı) adı verilen bir optik ilkeden yararlanarak belirledi. Paralaks, uzaktaki cisimlere oranla daha yakındaki cisimlerin konumlarının görünürde kaymasıdır.

Bir yolda yürürken tarladaki ineklere baktığınızda, arkalarındaki ağaçlara göre ineklerin konumları değişiyormuş gibi görünür. Daha yakındaki ineğin ıraklık açısı daha uzaktakinden daha büyüktür. Iraklık açısı gökbilimde gezegenlere ve yakın yıldızlara olan mesafeyi bulmak için kullanılabilir. Yıldız kümeleri ağaç kümelerinin yerini alır. Yolda kısa bir mesafe yürümek yerine,

Dünya üzerinde birbirinden uzak iki noktayı esas almanız gerekir.

Padova Stockholm'den yaklaşık 1610 kilometre uzaktır. Padova'dan bakıldığında Ay'ın kenarı Ülker takımyıldızındaki yıldızlardan birine yakın gibi görünebilir. Stockholm'de ise Ay'ın kenarı söz konusu bu yıldızdan, o yıldızın komşusu olan diğer bir yıldızla doğru biraz kaymış gibi görünecektir. Bir şehirden diğerine, Ay arkadaki yıldızların konumuna göre 0,23 derece kaymış gibi görünür. Buradan Ay'a olan uzaklığın yaklaşık 400.000 kilometre olduğunu çıkarabiliriz. Çünkü tabanı 1610 kilometre ve yüksekliği 400.000 kilometre olan bir üçgenin tepe açısı 0,23 derecedir.

Galileo kendisine ulaşan bilgilerden yeni yıldızın iraklık açısının Ay'inkinden çok daha az olduğunu öğrenmişti. Bu da yıldızın Ay'dan daha uzakta olduğu anlamına geliyordu. Aslında yeni yıldızın kayda değer bir iraklık açısı yoktu; bu da kesinlikle diğer yıldızların arasında demekti.

Bu durum Aristotelesçi filozofları rahatsız ediyordu. Onlar göklerin kusursuz olduğuna inanıyordu. Gökleri değiştirebilecek yeni bir yıldız ortaya çıkamazdı. Çalışma arkadaşı filozof Cremonini, Galileo'dan kendisine iraklık açısını açıklamasını istedi; çünkü aleyhte bir şeyler yazmayı planlıyordu. Yazdı da. Galileo, Cremonini'nin anlamadığı bir konuya karşı çıkmasıyla çok eğlendi.

Floransa'da yaşayan Ludovico delle Colombe adında bir başka filozof göklerin kusursuzluğunu savunan bir kitap yazdı. Yeni yıldızın göklerde bulunduğunu kabul ediyordu fakat bu yıldızın, gökyüzünde hareket eden bir tür mercek onu insan gözüyle görülür hale getirene kadar görünmez olduğunu ileri sürüyordu.

Galileo, Colombe'nin Aristoteles'i koruma çabalarını küçümseyerek eleştirdi. Colombe'nin hayal ürünü olan gökyüzündeki büyük merceği büyük bir alayla ele aldı. Galileo eleştirisini Mauri takma adıyla yayımladı. Colombe yazarın Galileo olduğundan şüphelense de emin olamadı. Galileo ayrıca Colombe'den bahsederken *Signor Colombo* hitabını kullanarak da onu aşağıladı (*Signor Colombo* "Bay Güvercin" anlamına gelir, oysa *delle Colombe* "Kumrular ailesinden gelen" anlamındadır). Hayatının geri kalan kısmında Colombe, Galileo'ya karşı Aristoteles'i savunmaya devam edecekti.

Galileo mali yükümlülükleri fazla olduğu için daima nakit para sıkıntısı çekiyordu. Üniversite iki kez sözleşmesini yenileyerek maaşını epey artırdı. Ancak her iki seferde de Galileo nüfuzlu arkadaşlarından, üniversite yetkililerini kendi değeri konusunda ikna etmelerini istemek zorunda kalmıştı. Sözleşmesinin yenilenmeyeceğinden endişe ediyordu. Galileo 1604'te ortaya çıkan yeni yıldızla ilgili tartışma yüzünden düşmanlarının kendisini üniversiteden kovdurabileceğini düşünüyordu.

Galileo'nun bu şartlar altında başka fırsatlar aramaya başlaması doğaldı. Kullandığı taktiklerden biri, yazdığı kitapları ileride kendisine iş verebilecek kişilere ithaf etmektir. Colombe'yi eleştirdiği kitabı papanın veznedarına ithaf etmişti. Galileo Venedikli işverenlerine bir yandan başka işler aradığını duyurmadan, veznedara Mauri'nin aslında kendisi olduğunu söyleyebilirdi. 1606'da Galileo oran cetveli için hazırladığı kullanım kılavuzunu yayımladığında, bu kitabı Floransa'da yaşayan 16 yaşındaki Prens Cosimo de' Medici'ye ithaf etti.

Fırsatlarını daha iyi değerlendirmek için Galileo yaz tatillerini Floransa'da, genç Cosimo'ya özel matematik dersleri vererek geçirmeye başlamıştı. Giderleri karşıla-



nıyor ama ek bir ücret alınıyordu. Galileo bu yaz tatillerini Toskana sarayındaki itibarını perçinlemek için kullandı.

Grandüşes Christine'nin davetlisi olarak 1608'de Cosimo'nun düğününe katıldı. Aynı yıl daha sonra Grandüşes Galileo'ya mektup yazarak hasta kocası I. Ferdinando'nun yıldız falına bakmasını istedi. Galileo 16 Ocak 1609 tarihli yanıtında Ferdinando için uzun bir ömür öngördüğünü ifade etti. Ferdinando 22 gün sonra öldü ve yerine artık II. Cosimo olarak anılan Galileo'nun öğrencisi geçti. Anlaşıldığı kadarıyla Grandüşes Galileo'ya yanlış tahminleri yüzünden kötü duygular beslemiyordu. Artık Grandük olan yeni öğrencisiyle Galileo'nun Floransa'da iş bulma umutları çoğalmıştı. Bu umut beklenmedik bir iş fırsatı olarak karşısına çıktı.

DÜŞEN CİSİMLERİN HAREKETİ

Galileo çeşitli ölçümler ve hesaplamalar yaparak hareketsiz bir cismin düşerken kat ettiği mesafenin, geçen sürenin karesi kadar arttığını saptamıştı. Fakat hızın düşme sırasında nasıl arttığını açıklayabilmek istiyordu. Hızı ölçemediği için, hızdaki artışa dair bir kuram geliştirmeye çalıştı. Ancak bir süre boyunca, hızın mesafeye göre mi, yoksa zamana göre mi düzgün biçimde arttığını emin olamadı.

Galileo'nun sorunu, düşmekte olan bir cismin hızının ne şekilde arttığına dair bir kural bulmaktı. Hızları doğrudan ölçemediği için, bu ölçümlere matematiksel çıkarımlar yoluyla ulaşması gerekiyordu. İşe hızlar için bir kural koymakla başladı ve kuralının hangi mesafeleri vereceğini hesapladı. Böylece hesaplanmış mesafelerle ölçülmüş mesafeleri karşılaştırabilirdi.

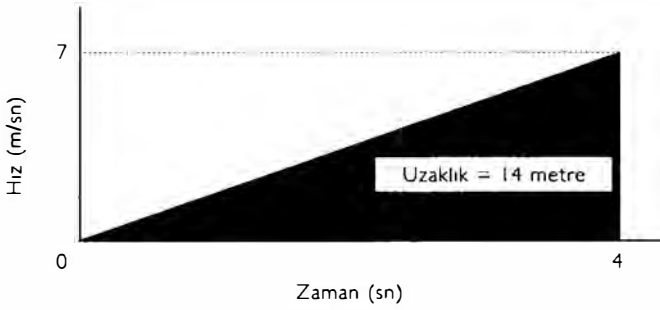
Galileo bir süre hızdaki artışın cismin düşerken kat ettiği mesafeyle orantılı olduğunu düşünmüş olsa gerek. Fakat bu doğru değildir. Daha sonraları, hızın düşme sırasında geçen zamanla orantılı olarak arttığına dair yeni bir kural denedi. Eğer bu doğruysa, bu kuralın vereceği mesafeleri nasıl bulabilirdi?

Aşağıdaki grafik, saniyede 7 metrelik sabit bir hızla 4 saniye süreyle yol alan bir cismi temsil ediyor. Kat edilen mesafe:

$$7 \frac{\text{m}}{\text{sn}} \times 4 \text{sn} = 28 \text{m}$$

Hız ve zaman değerleri çarpılarak mesafe bulunuyor. Bu değerler bir dikdörtgenin yüksekliği ve genişliği olarak gösterilirse, çarpımları dikdörtgenin alanını verir. Hız-zaman grafiğinde, alanın mesafeyi temsil ettiğini söyleyebiliriz.





Yukarıdaki grafik, hızını 4 saniye süreyle ve düzgün bir biçimde saniyede 0 metreden 7 metreye arttıran bir cisme aittir. Eğer koyu renkli alan kat edilen mesafeyi temsil ediyorsa, bu mesafe 14 metredir, yani bir önceki grafikteki mesafenin tam yarısı.

Biraz cebirle hız için v , zaman için t ve mesafe için d kullanarak şöyle yazabiliriz:

1. $v = kt$
2. $d = \frac{1}{2}vt$
3. $d = \frac{1}{2}kt^2$

Burada k , hızı bulmak için zamanla çarpılması gereken değerdir. Verdiğimiz örnekte bu sayı $7/4 \text{ m/sn}^2$ olacaktır. Dünya'nın yüzeyine yakın düşüşlerde, k kütleçekiminin (g) ivmesidir: $g = 9,8 \text{ m/sn}^2$.

1. ve 2. denklemlerin birleştirildiği 3. denklem, mesafenin zamanın karesine göre arttığını gösterir. Galileo'nun deneysel ölçümlerinden çıkardığı sonuç da budur. Burada gösterilen grafikler, Galileo'nun İki Yeni Bilim (1638) adlı kitabındaki ivmelenen hareket tanımına dayanmaktadır.

SIDEREVS, NUNCIVS

MAGNA, LONGEQVE ADMIRA-
bilia Spectacula pandens, fuspiciendaq; pro-
ponens vnicuiq;, præsertim vero

PHILOSOPHIS, atq; ASTRONOMIS, quæ

GALILEO GALILEO PA-
TRITIO FLORENTINO
Patauini Gymnasii Publico

Mathematico

PERSPICILLI

*Nuper a se reperti beneficio sunt observata in LYNÆ FA-
CIE, FIXIS INNUMERIS, LACTEO CIRCULO
STELLIS NEBVLOSIS,*

Apprime vero in

QVATVOR PLANETIS

Circa IOVIS Stellam disparibus intervallis, atq; periodis,
celeritate mirabili circumuolutis; quos, nemini in hanc vsq;
diem cognitos, nouissime Auctor depre-
hendit primus; atque

MEDICEA SIDERA
NUNCVPANDOS DECREVIT.



Prostat Francof. in Paltheniano.

Galileo'nun Sidereus Nuncius (Yıldızların Habercisi) adlı eseri o kadar tutulmuştu ki, Venedik'te 1610'da yayımlanan 550 adetlik ilk basımın tamamı bir hafta içinde satılmıştı. Frankfurt'ta aynı yıl içinde bir baskı daha yapılarak (yukarıda) devam eden talep karşılandı.

Gökyüzünde Yeni Harikalar

1610 yılının Mart ayında yayımlanan bir kitapçık Avrupalı bilginler arasında büyük bir heyecan yaratmıştı. *Sidereus Nuncius*'ta (Yıldızların Habercisi) Galileo, gökyüzünde daha önce kimsenin görmediği manzaralardan bahsediyordu. Bunlardan üç tanesi özellikle dikkat çekiyordu. Ay yüzeyi cilalanmış gibi pürüzsüz bir küre değildi. Aksine dağlarla, vadiler ve kraterlerle engebeli ve inişli çıkışlıydı. Çıplak gözle bunların görülmesi mümkün değildi, fakat Galileo cisimleri 20 kat daha büyük gösteren bir teleskop yapmıştı.

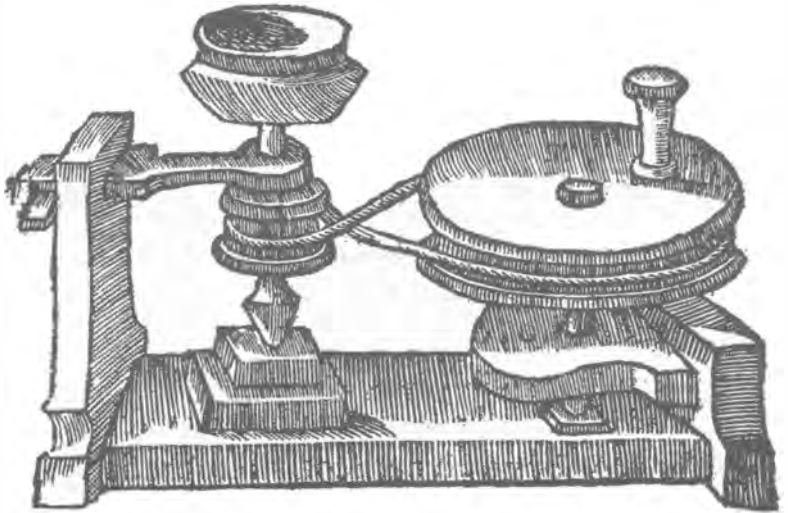
Bu teleskop aynı zamanda hiç kimsenin hayal edemeyeceği kadar çok yıldızın var olduğunu ortaya çıkardı. Galileo, Avcı takımyıldızının yalnız kuşak ve kılıç bölümlerinde bile 80 tane yıldız belirledi. Çıplak gözle kuşakta yalnızca üç, kılıçta ise altı yıldız seçilebiliyordu. Galileo teleskopunu hangi yöne çevirdiyse, o zamana kadar var olduğu bilinenin on katı daha fazla yıldız görüyordu. Teleskopla Samanyolu'nun sadece sisli bir ku-

şak olmayıp binlerce yıldız içeren kümelerden oluştuğu da görülüyordu. Galileo'nun en şaşırtıcı bulgusu ise Jüpiter'in çevresinde dönen dört uydusu olduğunu tespit etmesiydi.

Galileo'nun şaşkınlık yaratan açıklamaları bazı gökbilimcilerin güçlü desteğine, bazılarının da şiddetli itirazlarına yol açmıştı. Çoğu kısa süre içinde bu yeni keşiflerle ilgili kitapçıklar yayımladı; bunların bir kısmı lehte, bir kısmı da aleyhte yayımlardı. Başlıca sıkıntı hiç kimsede Galileo'nunki kadar iyi bir teleskop olmamasıydı. Bir süre sonra daha iyi teleskoplar edinen gökbilimciler genel olarak Galileo'nun gözlemlerini doğruladı.

Galileo'nun bu şaşırtıcı keşiflerine hangi olaylar yol açmıştı? Sekiz aydan daha kısa bir süre içinde bu kadar çok şeyi nasıl başarmıştı? 1609 yazında Galileo yeni bir icadın haberini almıştı. Kısa bir süre önce Hollanda'daki gözlük yapımcıları uzakta bulunan cisimleri üç ya da dört kat daha büyük gösterebilen boru dürbünler üretmişti. Yaklaşık 30 santimetre uzunluğundaki bu dürbünlerin bir ucunda dışbükey bir mercek, gözle bakılan

Floransa'da
1620'lerde
kullanılan bir
mercek tıraşlama
tezgâhı





diğer ucunda ise içbükey bir mercek bulunuyordu. Paris sokaklarında, bu tür teleskoplar işportacılardan satın alınabiliyordu.

Paolo Sarpi Venedik'ten Galileo'ya yazarak, yabancı bir girişimcinin Venedik hükümetine bu dürbünün sırrını satmayı teklif ettiğini bildirdi. Sarpi, Galileo'nun bu sırrı bulup dürbünü daha da geliştirebileceğinden emin-di. Boru dürbünde iki mercek bulunduğunu bilen Galileo, daha iyi bir alet yapabileceğine kanaat getirdi. Ağustos ayının başlarında, ışığı farklı mesafelerdeki yani odak uzaklıklarındaki noktalara toplayabilen mercek çiftleriyle denemeler yapmaya başladı.

Galileo işe gözlük mercekleriyle başladı ve iki çeşit merceğin sırrını keşfetti. Çırağı Mazzoleni ile birlikte özel mercekler tıraşlamaya başladı. Dışbükey objektif merceğini daha zayıf yani daha az eğri yaparak, merceğin daha yüksek bir odak uzaklığına sahip olmasını sağladılar. İçbükey vizörü de daha derin tıraşlayarak (daha kısa bir odak uzaklığı olmasını sağlayarak) daha güçlü yaptılar. Bir iki gün içinde cisimleri dört katından da büyük gösteren bir dürbün yapmışlardı. Galileo, Sarpi'ye yazarak bu başarısını anlattı. Sarpi hükümete, yabancı girişimcinin teklifini geri çevirmelerini önerdi; hükümet yetkilileri de Sarpi'nin tavsiyesine uydu.

Bunun üzerine, Galileo hakikaten üstün bir boru dürbün üretmek için çalışmaya başladı. Teleskop sözcüğü 1611'den önce kullanılmadığı halde, biz burada bu alete teleskop diyeceğiz. Galileo cisimleri büyütme gücünü yaklaşık 9'a çıkarmayı başardığında, yeni teleskopunu alıp Venedik'e gitti. Venedik senatosu üyelerine yeni buluşunun nasıl kullanıldığını gösterdi. Floransa'daki kayınbiraderine yazdığı bir mektupta bu olayı şöyle anlat-tı: "Birçok soylu ve senatör, ilerlemiş yaşlarına rağmen,

OPTİK VE TELESKOPLAR

Mercekler ışığın yönünü değiştiren eğri cam parçalarıdır. Mercek kullanılarak bir cisme baktığınızda, cisim gerçekte olduğundan daha büyük ya da daha küçük görünebilir. Bu, kullanılan merceğin türüne ve cismin merceğe olan uzaklığına bağlıdır.

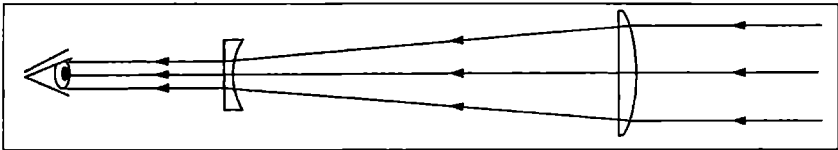
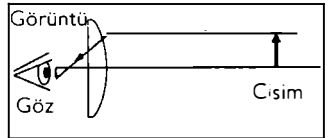
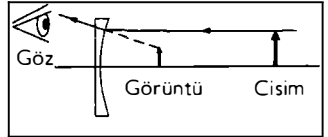
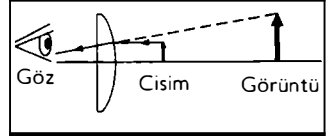
Mercekler ilk olarak 1300'den birkaç yıl önce İtalya'da gözlük yapımında kullanılmıştı. Önceleri yakını iyi göremeyenler ve yaşlılık nedeniyle kendi göz mercekleri esnekliğini kaybeden kişiler için gözlük üretildi. Bu amaçla üretilen mercekler dışbükeydir, merkezleri kenarlarından daha kalın olur.

Uzaktaki cisimleri iyi seçemeyen kişilerin görme gücü içbükey mercekler kullanılarak geliştirilebilir. Böyle bir mercek sayesinde uzaktaki bir cismin görüntüsü kişinin retinasında odaklanır. İçbükey mercekler her zaman cismi gerçekte olduğundan daha küçük gösterir. İçbükey mercekler 1450 civarında yapılmaya ve kullanılmaya başlanmıştır.

Uzakta duran bir cisme dışbükey bir mercek kullanarak bakarsanız, cisim daha küçük ve baş aşağı görünür. 1600'den kısa süre sonra Hollandalı bir mercek yapımcısı dışbükey ve içbükey mercekleri birleştirerek uzaktaki cisimlerin daha yakın (ve daha büyük) görünmesini sağlamıştır.

Galileo teleskopun ucunda daha ince bir dışbükey mercek kullanarak bu Hollanda tasarımını geliştirdi; böylece yaklaşık 120 santimetre daha uzun bir odak uzaklığı elde etti. Teleskopun gözle bakılan ucunda da çok daha güçlü (odak uzaklığı daha kısa olan) içbükey bir mercek kullandı. Bu değişikliklerin her ikisi de büyütmeyi artırdı. Galileo keşiflerini yaklaşık 20 büyütme gücündeki bir teleskopla yaptı. Bu tür teleskoplar en fazla yaklaşık 30 büyütme gücünde olabilir.

Daha sonra yapılan teleskoplarda dışbükey vizörler ve daha uzun odak uzaklığına sahip objektif mercekleri kullanıldı. Bunlar cisimleri çok daha fazla büyütebiliyordu. Christiaan Huygens 30 metreyi aşan uzunlukta teleskoplar yaptı.

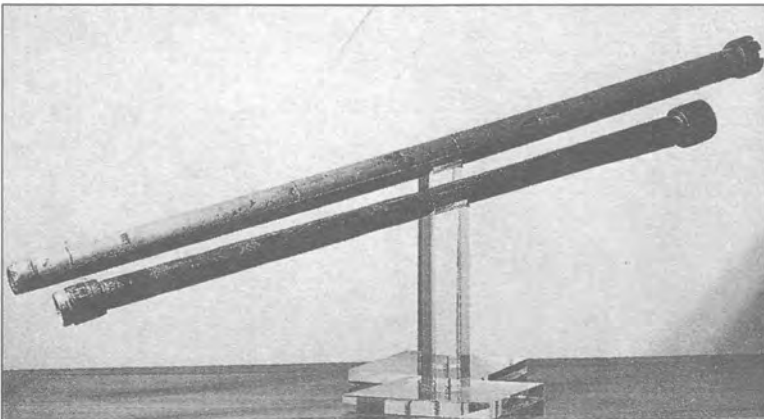


Venedik'teki en yüksek çan kulesinin tepesine birkaç kez çıkıp benim dürbünüm olmadan ancak iki saat sonra görülebilecek kadar uzakta olan yelkenlilerin ve gemilerin limana doğru gelişini izledi."

Galileo geliştirdiği bu teleskopu Venedikli yöneticilere hediye etti. Karşılığında Padova Üniversitesi'nde ömür boyu sürececek bir iş elde etti. Maaşı da 1000 florine yükseltildi. O dönemde Galileo Floransa Grandükü'nün hizmetinde çalışmanın yollarını arıyordu. Padova'da öğretim üyeliğini sürdürmektense vaktinin tamamını araştırma yaparak ve yazarak geçirmek istiyordu. Fakat Venediklilerin teklifi reddedemeyeceği kadar cazip görünüyordu. Yine de Galileo Ekim ayında kısa süreliğine Floransa'ya gitti. Amacı teleskopu neden kendi memleketi olan Floransa'ya değil de Venedik'e verdiğini açıklamaktı. Grandük II. Cosimo de' Medici'ye güzel bir teleskop armağan etti ve kendini affettirdiğinden emin olarak Padova'ya geri döndü.

Yıl sonunda Galileo mercek tıraşlama işine devam ediyordu. Kısa süre içinde büyütme gücü 20 olan bir teleskop yaptı. Daha önce büyütme gücü bundan daha düşük olan bir teleskopla grandüke Ay'ı göstermişti.

Galileo'nun yaptığı ilk teleskoplardan ikisi. Biri yaklaşık 120 santimetre, diğeri yaklaşık 150 santimetre uzunluğunda.

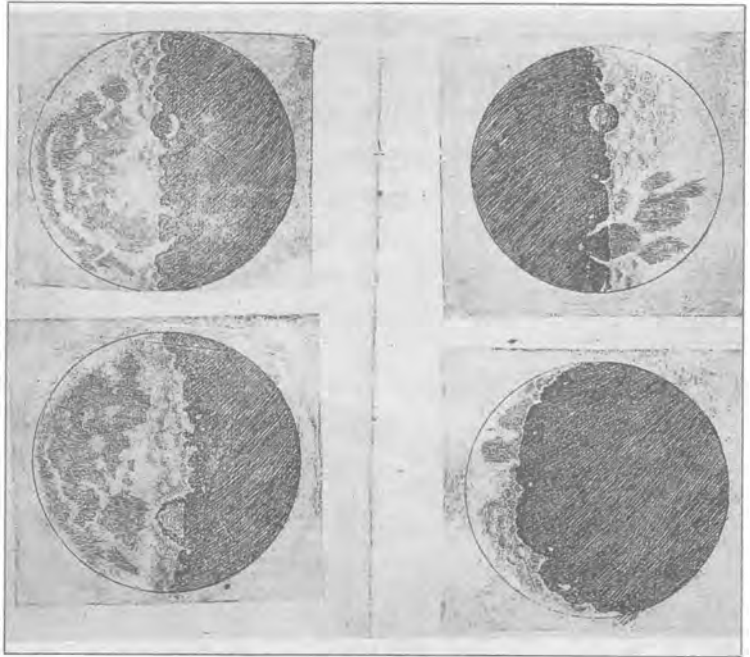


1609 yılının Kasım ayının sonunda Galileo yeni teleskopunu Ay'a çevirdi ve Ay'ın pürüzlü yüzeyinin net görüntüsü onu çok şaşırttı. Sonraki ay boyunca da Ay'la ilgili gözlemlerine devam etti. Ay'ın ilkdördün evresinden dolunaya, sonra da sondördün evresine girdiğindeki görüntüsünü (yani Ay'ın evrelerini) çizdi.

Galileo dikkatini hilalin aydınlık ve karanlık kısımları arasındaki sınır üzerinde toplamıştı. Bu sınırın düz bir çizgi olmadığını gördü. Bu durum, aydınlık kısmın hemen kenarındaki küçük, koyu renkli lekelerden kaynaklanıyordu. Karanlık kısımda da küçük parlak lekeler vardı. Zaman geçtikçe koyu renkli lekeler yavaş yavaş aydınlanıyordu. Ay'ın diğer tarafına doğru da yeni parlak lekeler belirliyordu.

Galileo bu gözlemlerin Dünya'daki koşullara uyduğunu düşündü. Sıradağları ele alalım. Güneş yükseldik-

Galileo Kasım 1609'da yaptığı yeni ve güçlü teleskopuyla Ay'ın yüzeyini net bir şekilde görmüş ve çok güzel çizimler yapmıştı.



çe dağların batısındaki doruklar aydınlanır, onların doğusunda kalan vadiler ise karanlıktır. Doğuya gittikçe vadiler dağların gölgesinde kalır. Galileo geometriden yararlanarak Ay'daki bazı dağların yüksekliğinin altı bin beş yüz metreye ulaştığını buldu.

Sonra, 7 Ocak 1610'da Galileo çarpıcı bir gözlem yaptı. Jüpiter'in ekvatoru hizasında, ikisi doğuda, biri de batıda olmak üzere üç küçük yıldız gördü. Sonraki birkaç gece boyunca Jüpiter'i dikkatle gözlemledi. Jüpiter yıldızlarla dolu bir fonun önünde hareket ettiğine göre, Galileo bu üç küçük yıldızın da gezegenin arkasında kalacağını düşünüyordu. Fakat 15 Ocak'a kadar yaptığı gözlemler, başka bir şey olduğunu açıkça gösteriyordu.

Küçük yıldızlar Jüpiter'in gerisinde kalmıyor, gezegenin her iki tarafında beliriyorlardı. 13 Ocak'ta Galileo ilk kez dört küçük yıldız gördü. Bunların üçü batıda, biri doğudaydı. Galileo artık bunların yıldız olmadığından, Jüpiter'in uyduları olduğundan emindi. Tıpkı Ay'ın Dünya'nın çevresinde dönmesi gibi -ya da Galileo'nun dediği gibi Venüs'ün ve Merkür'ün Güneş'in çevresinde dönmesi gibi- Jüpiter'in yörüngesinde dönüyorlardı.

Bu noktada, ilk defa Galileo'nun elinde Kopernik sistemini destekleyebilecek yeni kanıtlar vardı. Jüpiter bir gezegendir ve uyduları vardır. Dünya'nın da Ay'ı olduğuna göre, belki Dünya da Güneş'in yörüngesinde dönen bir gezegendir. Bu, çok güçlü olmasa da anlamlı bir akıl yürütmeydi. O zamana kadar Aristotelesçi görüşü savunanlar Dünya'nın evrenin merkezi olduğunu iddia etmişlerdi, çünkü her şey Dünya'nın çevresinde dönüyor gibiydi ve etrafında bir şeyin döndüğü başka bir cisim de yoktu. Artık Jüpiter'in yörüngesinde dönen uydular ortaya çıkınca bu iddia geçersizleşiyordu.

Galileo her akşam Jüpiter'in uydularının konumlarını kaydediyordu. Gece yarısına ya da bazen daha geç vakte kadar gözlemlerine devam ediyordu. Kısa süre içinde hemen yayımlanmak üzere keşiflerini anlatan bir rapor yazmaya başladı. 1610 yılında, Mart ayının ortalarında *Sidereus Nuncius*'un 550 kopyası Venedik'te dağıtıma hazırды.

Galileo 60 sayfalık bu kitapçığı, bulgularına Avrupa'nın her yerindeki bilginlerin ulaşabilmesi için Latince yazmıştı. Bu eserini Floransa'daki eski öğrencisi Grandüke ithaf etmişti. Jüpiter'in uydularına da Grandük Cosimo de' Medici ve üç erkek kardeşinin onuruna Medici Yıldızları adını vermişti. Galileo Grandüke derhal *Sidereus Nuncius*'un özel bir nüshasıyla birlikte keşiflerini yaptığı teleskopu gönderdi. Böylece, Cosimo gözlemlerini doğrulayabilirdi.

Nisan ayının başındaki Paskalya tatili sırasında Galileo hemen Floransa'ya gitti. Burada, Grandükle olan ilişkisini kuvvetlendirdi. Venedikli yetkilileri hoşnut etmeyeceğini bilse de Cosimo'nun maiyetinde görev almak için kararlı bir şekilde görüşmeler yapmaya başladı.

Ama Galileo memleket hasreti çekiyordu. Ayrıca Padova'da maaşına yapılan artışın 1610 yılı sonbaharından önce başlamayacağını da öğrenmişti. Daha da kötüsü bu maaş sabitti; bir daha artırılmayacaktı. Galileo, ömrünün geri kalan kısmında öğretmenlik yapmaya mahkûm olmak istemiyordu.

Nisan ayının sonlarında Bologna üzerinden Padova'ya döndü. Oradaki gökbilimciler Jüpiter'in uydularının olduğundan şüpheliydi. Galileo teleskopunun nasıl kullanılacağını gösterdi, fakat Bolognalılar nedense bu uyduları bir türlü göremiyordu. İçlerinden biri Galileo'nun keşiflerine meydan okuyan acımasızca kaleme alınmış bir kitapçık yazdı.



Galileo Padova'ya döndüğünde Johannes Kepler'den bir mektup aldı. Avrupa'nın en önde gelen gökbilimcisi olan Kepler, Prag'daki Kutsal Roma İmparatoru'nun sarayında görevliydi. Kepler yeni keşifleri destekleyerek Galileo'ya cesaret verdi. 1610 yılının yaz ve sonbahar ayları süresince Galileo neredeyse 100 teleskop yaptı. On teleskoptan ancak biri Jüpiter'in uydularını gösterecek kadar güçlüydü. Galileo aynı gözlemi onların da yapabilmesi için bu teleskopları bazı Avrupalı hükümdarlara yolladı.

Galileo'nun Floransa'ya dönmek için yaptığı görüşmeler kısa süre içinde sonuçlandı. 1610 yılının Mayıs ayının sonunda, Piza Üniversitesi'ne ders verme zorunluluğu olmaksızın baş matematikçi olarak atanmıştı. Buna ek olarak, kendisine Toskana Grandükünün Filozofu ve Birinci Matematikçisi unvanları da verilmişti. Maaşı Venediklilerin teklif ettiği miktarla aynıydı. Ayrıca, kız kardeşlerinin çeyizlerini ödeme zorunluluğu kaldırılmıştı.

Galileo iki kızını da yanına alarak Eylül'de Floransa'ya taşındı. Kızlarının bakımını annesi ve kız kardeşleri üstlenecekti. Oğlu birkaç yıl daha Marina Gamba'nın yanında kaldıktan sonra Floransa'ya taşındı. Bir süre sonra Marina zengin bir ailenin yanında çalışan Padovalı bir adamla evlendi.

O zamanlar kız çocuklarına ve kadınlara her zaman iyi muamele edilmiyordu. Gayri meşru oldukları için, Galileo'nun kızlarının ileride evlenme ihtimalleri yoktu. Babaları da onların günlük bakımından sorumlu olmak istemiyordu. Böylece Galileo kızlarını bir manastıra yerleştirmenin yollarını aramaya koyuldu. Bunun için tanıdığı bir kardinalden, 16 yaşından küçük hanımların manastıra girmesini yasaklayan kuralı bir kereliğine göz

ardı etmesini istemesi gerekti. Galileo'nun düşük bir giriş ücreti vermesi, barınma ve beslenme masrafları için ise düzenli ödeme yapması gerekiyordu.

İki küçük kız Ekim 1613'te San Matteo Manastırı'na kabul edildi. Manastır, Floransa'nın hemen güneyinde bir dağ kasabası olan Arcetri'deydi. Kızlar burada, o çağın "kadınlara özgü" uğraşları olan bahçecilik, yemek pişirmek ve nakış gibi beceriler edindi. Her ikisi de 16. yaşlarını doldurunca St. Francis Rahibeleri'ne katıldı.

Floransa'daki ilk kışında Galileo'nun sağlık sorunları başladı. Sık sık yüksek ateşli nöbetler geçiriyordu; hayatının sonuna kadar devam edecek olan romatizma ağrıları başlamıştı. Galileo zaman zaman, edebiyat ve bi-



Alman gökbilimci
Johannes Kepler
Galileo ile yazışıyor
ve gözlemlerinde onu
destekliyordu.



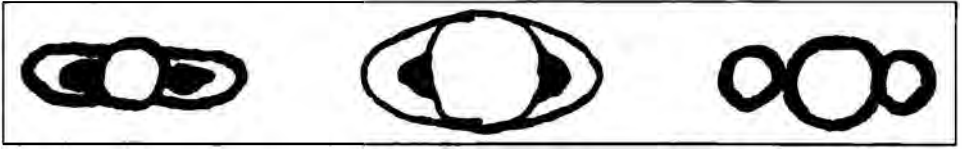
limle ilgilenen genç bir soylu olan arkadaşı Filippo Salviati'nin yanında kalarak biraz dinleniyordu. Salviati'nin Floransa'nın birkaç kilometre batısında, *Le Selve* adında güzel bir sayfiye evi vardı. Galileo Salviati'nin villasındayken dinleniyor, yazıyor ve ev sahibinin diğer konuklarıyla bilimsel konuları tartışıyordu. Ne yazık ki Salviati 1614'te daha 32 yaşındayken öldü.

Galileo'nun keşiflerine ilk itirazlar tutucu gökbilimcilerden ve filozoflardan geldi. Önce bu yeni cisimlerin gökyüzünde değil teleskopun içinde olduğunu ileri sürdüler. Fakat kısa süre içinde, birçok kişi yeni harikaları kendi gözleriyle gördükçe itirazlar azaldı.

Kimi filozoflar teleskoptan bakmayı açıkça reddediyordu. Galileo'nun Padova'lı meslektaşı Cremonini, Aristoteles'in gökbilimsel görüşleri ile ilgili bir kitap yazıyordu. Galileo'nun keşiflerini, kendi görmediği için, dikkate almadığını söyledi. Fakat bakmayı da kabul etmiyordu, çünkü kendi ifadesine göre teleskoptan bakmak başını ağrıtıyordu. Teleskop başını ağrıttığı kadar felsefi inançlarına da dokunuyor olmalıydı.

Prag'daki Kepler nihayet bir teleskop bulmayı başarmıştı. Birkaç ay Jüpiter'in uydularını gözlemledi. Sonra Galileo'nun gözlemlerini bütünüyle destekleyen bir kitapçık yayımladı. Fakat başkaları Galileo'nun yorumlarına, özellikle de Ay'ın yüzeyinin engebeli olduğu fikrine itiraz ediyordu. Aristotelesçi görüşü benimseyen filozoflar göksel bir cisim olan Ay'ın tamamen pürüzsüz olması gerektiğine inanıyordu.

Birçoğu bu inancı savunmaya çalıştı. Bunlardan biri, 1604'te ortaya çıkan yeni yıldızın göksel bir mercek sayesinde görülebildiği fikrini öne süren Aristotelesçi görüşün sadık savunucularından Ludovico delle Colombe idi. Şimdiyse bu zengin hayal gücünü Ay'ın pürüzsüz ol-



Galileo 1612'de bir arkadaşına yazdığı mektupta Satürn'e ait bu çizimlere de yer vermişti.

duğunu savunmakta kullanıyordu. Colombe Ay'ın karanlık yüzeyinin pürüzlü olabileceğini, ancak görülemeyen ve tamamen pürüzsüz bir yüzeye sahip kristal bir maddeyle kaplı olduğunu ileri sürüyordu.

Galileo'nun yanıtı alaycıydı: "Colombe Ay'ın şeffaf, gözle görülemeyen kristalle kaplı olduğuna inanmak istiyorsa, bunu kabul ederim; fakat o da Ay'ın yüzeyinin aynı şekilde gözle görülemeyen kocaman dağlarla kaplı olduğunu kabul etsin. Bu tür uydurmacaların, asla ispatlanamayacakları için, hiçbir değeri yoktur."

Çalışabildiği zamanlarda Galileo'nun iki temel uğraşı vardı. Birincisi teleskopunu kullanarak diğer gezegenleri, özellikle Venüs'ü incelemektir. Satürn'ü ve halkalarını da gözlemliyordu, ancak teleskopunun gücü halkaları net olarak görmesini sağlayacak kadar yüksek değildi. Bu yüzden Galileo'nun bu gezegene ait çizimleri çoğunlukla sanki gezegenin iki yanında kulakları varmış gibi görünüyordu. Bunlardan Satürn'ün eşlikçileri olarak söz ediyor, Jüpiter'in yörüngesinde dönen uyduların aksine Satürn'ün çevresinde dönmediklerini söylüyordu.

Galileo 1610 yılının sonbaharına kadar Venüs'ü gözlemlememişti. Venüs bir önceki kış boyunca sabah yıldızı idi; Galileo'nun da gün ağardıktan sonra uyandığını varsayabiliriz. Ekim'de ise Venüs -akşam yıldızı olarak gökyüzünün batısında alacakaranlıktan sonra bir saat kadar parlıyordu. Başlangıçta Galileo Venüs'ü küçük yuvarlak bir küre olarak gördü. Ama sonra -Ay'ın evre değiştirmesi gibi- yavaş yavaş küçülüyor gibi göründü.



Aralık ayının ortasında Venüs'ün sadece yarısı aydınlıktı ve hâlâ küçülüyordu.

1610 yılının Aralık ayının sonunda, Venüs'ün hilal şeklini aldığı -sivri uçlarının Güneş'in aksi yönüne baktığı- belirgin olarak görülüyordu. Galileo bu yeni keşfi duyurmak için bazı mektuplar yazdı. Meslektaşları Benedetto Castelli'ye şöyle yazmıştı:

Yaklaşık üç ay önce Venüs'ü gözlemlemeye başladım. Yuvarlak ve çok küçük olduğunu gördüm. [Açısal olarak] Güneş'ten çok uzaklaşana kadar günbegün büyüdü ve yuvarlaklığını korudu. Sonra doğu tarafında [Güneş'in aksi yönünde] yuvarlaklığını kaybetmeye başladı ve birkaç gün içinde yarım daire şeklini aldı. Günlerce bu şeklini korudu, fakat hep büyümeye devam etti. Şimdiyse orak şeklini almaya başlıyor; akşamları görülebildiği sürece sivri uçları gözden kaybolana kadar incelmeye devam edecek.

Venüs hilal şekline büründükçe, görünür çapı büyüdü. Galileo bunun Venüs'ün Dünya'ya yaklaştığı anlamına geldiğini kavradı. Venüs küçük ve neredeyse tam yuvarlakken Güneş'ten daha uzaktaydı, daha büyük ve hilal şeklindeki ise Güneş'ten daha yakındı. Bu gözlemler Galileo'yu Venüs'ün Kopernik sisteminde tarif edildiği gibi Güneş'in yörüngesinde döndüğüne ikna etti. İlk defa Kopernik'i destekleyebilecek nitelikte güçlü görsel kanıtları olduğunu hissediyordu.

Galileo'nun diğer uğraşı, Jüpiter'in uydularının periyotlarını kesin olarak hesaplamaktı. Dört küçük uyduyu birbirinden ayırt etmek zordu. Galileo iç tarafta kalan bir uydunun Jüpiter'in bir tarafından diğer tarafına

Jüpiter'in uyduları	I (İo)	II (Europa)	III (Ganymedes)	IV (Callisto)
Galileo, 1612	1 gün, 18 saat, 26 dk.	3 gün, 13 saat, 22 dk.	7 gün, 3 saat, 26 dk	16 gün, 12 saat, 21 dk.
Galileo, 1617	1 gün, 18 saat, 28,6 dk.	3 gün, 13 saat, 17,7 dk.	7 gün, 3 saat, 58,2 dk	16 gün, 17 saat, 58,7 dk.
Günümüz değerleri	1 gün, 18 saat, 28,6 dk.	3 gün, 13 saat, 17,9 dk.	7 gün, 3 saat, 59,6 dk.	16 gün, 18 saat, 58,7 dk.

Galileo'nun Jüpiter'in uydularının periyotlarına dair hesapladığı değerler günümüzde bilinen değerlere çok yakındır.

hareketini yaklaşık bir gün içinde tamamlıyormuş gibi görüldüğünü fark etmişti. Bu durum uydunun yörünge-
gesini yaklaşık 48 saatte tamamlıyor olabileceğini düşündürüyordu.

Bir diğer uydunun ise, öbürlerinden çok daha fazla dışa doğru hareket ettiğini gördü. Bu uydunun yörünge-
gesini tamamlaması yaklaşık on beş gün sürüyordu. Galileo ile aynı sırada Jüpiter'in uydularını gözlemlemekte olan Kepler, uyduların dördünün birden yörünge periyotlarını hiç hesaplayamayacağını düşünmeye başlamıştı. Fakat Galileo bu konuda ısrarlıydı.

Sık sık gözlem yapıyordu. Saatleri, konumları ve parlaklık derecelerini kaydediyordu. İyi bir bilim adamı gibi, elde edebildiği tüm verileri topladı. Sınayabileceği bir modeli olduğu zaman bu verilerin çok değerli olacağını fark etti. Sonra, 1611 Mart'ının ortalarında bir gece Galileo Jüpiter'in uydularının hiçbirini göremedi. Belki de bazıları Jüpiter'in arkasında, bazıları da tam önündeydi. Galileo bu anı dört uydunun da hareketi için başlangıç noktası olarak ele aldı. Uydular görünür hale geldikçe onları izledi. Hareket hızlarını ölçmeye ve hesaplamaya başladı.



1612 yılının başlarında, pek çok kez gözden geçirip düzeltmeler yaptıktan sonra Galileo uyduların periyotlarını hesaplamıştı. Beş yıl sonra, elde ettiği sonuçları daha da geliştirmişti. 58. sayfadaki tablo Galileo'nun günümüzde bilinen değerlere ne kadar yaklaştığını göstermektedir. Galileo artık çalışmalarının Cizvitlerin desteğinden yararlanabileceğini düşünüyordu. Avrupa'nın önde gelen bilim adamları arasında Cizvitler de vardı. Başlıca eğitim merkezleri Roma Koleji'ydi. Roma Koleji'ndeki matematikçilerin dekanı Christoph Clavius'tu. Galileo onun onayının bu yeni keşifleri kabul ettirmesinde çok önem taşıyacağını biliyordu.

1611 ilkbaharında sağlık durumu düzelince Galileo Roma'yı ziyaret etmeye karar verdi. Grandük kendisine bir araba temin etti. Altı gün süren yolculuk boyunca Galileo mola verdikleri yerlerde Jüpiter'in uydularıyla ilgili gece gözlemleri yaptı. 29 Mart 1611'de Roma'ya vardı.

Galileo'nun gelişinden önce Clavius iyi bir teleskop edinmişti. Bu teleskop yardımıyla Clavius ve Cizvit arkadaşları Galileo'nun tüm gözlemlerini doğrulamışlardı. Gözlemlere ilişkin bir itirazı olmamasına rağmen Clavius'un yorumları Galileo'nunkilerden farklıydı. Clavius Aristoteles'in fikirlerine sıkı sıkıya bağlıydı. Ay'ın yüzeyinin engebeli olduğu fikrini kabul edemiyordu. Ay'ın pürüzsüz yüzeyinin farklı yoğunlukları olan bölgelerden meydana geldiğini düşünüyordu. Anlaşıldığı kadarıyla Galileo'nun değişen parlak ve karanlık lekelerle ilgili savı Clavius'a inandırıcı gelmemişti. Ancak başka Cizvit matematikçiler Ay'ın engebeli bir yüzeyi olduğu fikrini kabul ediyordu.

Galileo Roma'dayken beklenmedik bir yerden çok büyük destek gördü. Sekiz yıl önce zengin ve genç bir

soylu Roma'da bilimsel bir dernek kurmuştu. O zamanlar daha 20'sinde bile olmayan Prens Federigo Cesi birkaç arkadaşıyla birlikte Lincean Akademisi'ni kurmuştu. Derneğin adı keskin gözlü olarak bilinen vaşaktan (İngilizce *lynx*) geliyordu. Bu genç adamlar vakitlerini (ve paralarını) Dünya'ya ilişkin bilgilerini artırmak için harcamaya karar vermişlerdi.

14 Nisan 1611'de Prens Cesi Galileo'yu bir ziyafete davet etti. Bilim adamının diğer konuklara teleskopun kullanımını göstermesini istiyordu. Galileo'nun yeni aygıtı için *telescopium* adı işte bu toplantıda ortaya atılmıştır. Bu Latince sözcüğün kökleri Yunancada "uzakta" anlamına gelen *tele* ve "bakmak" anlamına gelen *scopein*'den geliyordu, yani uzağa bakmak için bir aygıt. Yeni sözcük kısa süre içinde İngilizcede *telescope*, İtalyancada *telescopio* olarak kabul edildi.

Çok geçmeden Cesi Galileo'yu Lincean Akademisi'ne katılmaya davet etti. Fikirlerini kendisiyle aynı düşüncede olan kişilerle paylaşma fırsatı Galileo'nun çok hoşuna gitmişti. Onun üyeliği de Akademi'nin şöhretini artırmıştı. Bir yıl içinde üye sayısı 4'ten 20'ye yükselmişti. Galileo Cesi'ye akademinin faaliyetleri için gündem oluşturmaları için de yardım ediyordu.

Lincean Akademisi Galileo'nun sonraki iki kitabının yayımını üstlendi. Toplantı düzenlemek ve kitap yayımlamak dışında akademi üyeleri arasında son derece hareketli bir yazışma trafiği vardı. Akademi'nin 1611-1615 yıllarına ait yazışma dosyaları (her yıl için ortalama 100 mektup olmak üzere) günümüze kadar korunmuştur. Bu mektuplar sayesinde üyeler düşünceleri ve keşifleri konusunda birbirlerini bilgilendiriyordu. Lincean Akademisi'nin faaliyetleri, bilimin gelişmesinde iletişimin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Ne yazık ki,

Cesi'nin 1630'daki zamansız ölümüyle Akademi düşüşe geçmiştir.

Galileo Roma'dayken gezegenlerin Kopernik sistemi-ne göre dizilişi üzerinde daha dikkatle düşünmeye başladı. Teleskopla yaptığı keşifler, Aristoteles'in ciddi biçimde yanlış olduğunu gösteriyordu. Galileo Ptolemaios'un sisteminin biraz daha iyi olduğunu düşünüyordu. Eski çağa ait bu kuramların her ikisinde de Dünya evrenin merkezindeydi; Güneş, Ay ve diğer gezegenler de Dünya'nın çevresinde dönüyordu. Galileo'nun gözlemleri Venüs'ün Güneş'in çevresinde döndüğünü göstermişti. Dünya gibi Jüpiter'in de uyduları vardı. Gezegenlerin hiçbiri -Dünya da dahil olmak üzere- kendileri ışık üretmiyordu. Hepsi Güneş'ten yansıyan ışıkla parlıyordu.

Aslında Galileo'nun *Side-reus Nuncius*'ta ilkdördün evresindeyken Ay'ı aydınlatan zayıf ışıkla ilgili yaptığı açıklama doğruydur. Bu Dünya'dan gelen ışıktı, yani Dünya'dan Ay'a yansıyan güneş ışığı. Böyle zamanlarda Dünya'nın gündüz olan tarafı Ay'a bakar. Dolayısıyla Galileo Ay'ın Dünya'ya benzediğini, Dünya'nın da gezegene benzediğini ileri sürdü. Dünya ve gezegenler Güneş'in yörüngesinde dö-nüyordu. O halde Dünya da bir gezegendi.

Galileo bundan sonra, Dünya'yı Güneş'in yörünge-

1603'te Prens Federico Cesi ve birkaç arkadaşı tarafından kurulan Lincean Akademisi'nin arması. Akademi'nin üyeleri kendilerini dünyaya ilişkin bilgilerini artırmaya adanmıştı. Galileo 1611'de Akademi'ye katıldı.



sine yerleştiren Kopernik sistemini savunmaya başladı. Bu eylemi Aristotelesçi filozofların sert muhalefetine yol açtı. Galileo'nun gözlemlerine mazeret bulmanın yollarını aradılar. Ondan Dünya'nın hareket ettiğini ispatlamasını talep ettiler.

Galileo bu talepleri karşılayamazdı. Bilime yaklaşımına göre, kanıtları parça parça toplayarak bir araya getiriyordu. O zamana kadar topladığı kanıtların Kopernik'ten yana olduğunu düşünüyordu. Yıllar geçtikçe Galileo, Dünya'nın hareket ediyor olmasının en azından durağan olması kadar mantıklı olduğunu göstermek için çeşitli savlar oluşturdu. Çok geçmeden Galileo'ya karşı çıkan filozoflar din bilimcilerden yardım isteyecekti. Galileo'nun fikirlerini çürütemiyorlarsa da, onu Kitabı Mukaddes'e ters düşmekle suçlayabilirlerdi.

Bu arada, Galileo'nun Roma'ya yaptığı iki aylık ziyaret tam bir başarı olmuştu. Floransalı bir kardinal II. Cosimo'ya şöyle yazmıştı:

Burada kaldığı süre içinde Galileo büyük memnuniyet verdi. Keşiflerini o kadar güzel açıkladı ki, eğitilmiş kişilerin hepsi bu keşifleri hayret verici oldukları kadar doğru ve sağlam temellere dayalı buldu. Eğer hâlâ Eski Roma geleneklerini sürdürüyor olsaydık eminim Galileo'nun onuruna bir sütun dikilirdi.

Papa V. Paulus huzuruna kabul ederek Galileo'yu onurlandırdı. Papa Toskana Grandükünün matematikçisine büyük bir iyi niyetle yaklaştı. Bazı kilise ve hükümet yetkilileri onun şerefine ziyaretler düzenledi. Roma Koleji'nin Cizvitleri de Galileo'nun keşiflerini övdükleri ve ona desteklerini dile getirdikleri bir toplantı düzenledi.

Galileo 1611 Mayıs'ında Floransa'ya döndü. Roma'daki başarısı onu yüreklendirmişti. Ancak çok geçmeden kendisini Floransa'daki filozoflarla bu sefer tamamen farklı bir konu ile ilgili bir tartışmanın ortasında buldu. Bu filozoflar kendisine şiddetle karşı çıkıyordu.



Galileo'nun bilinen en eski portresi. 1603 civarında 39 yaşındayken yapılmış.

Felsefe ve Bilimde Tartışmalar

Yemek salonu ısıt ısıldı. Grandük Cosimo, eşi, annesi ve erkek kardeşleriyle birlikte hizmetçilerin ziyafet yemeklerini sunuşunu gururla izliyordu. Kilisenin prensleri, iki kardinal şeref konuklarıydı. Eğlence olarak Cosimo'nun maiyetinden iki kişi felsefi bir tartışma yapacaktı.

Grandükün filozofu ve baş matematikçisi Galileo gecenin yıldızıydı. Piza Üniversitesi'nde felsefe profesörü olan Flaminio Papazzoni Galileo'nun saldırılarına karşı Aristoteles'i korudu. Profesör, geniş cisimlerin su üstünde yüzdüğünü, dar cisimlerin ise battığını iddia ediyordu.

Galileo bunun tam tersini ispat edince saray halkı bundan büyük keyif aldı. Sudan biraz daha yoğun olmaları için kurşun dolgulu balmumundan koniler yapmıştı. Sivri uçları aşağı dönük olarak suya konduklarında su üstünde yüzüyorlar, diğer türlü konduklarında ise batıyorlardı.

Aslında bu tartışma oldukça masum bir şekilde başlamıştı. Temmuz 1611’de Salviati Floransa’daki sarayında Galileo’yu ve birkaç filozofu ağırlamıştı. O akşam, laf dönüp dolaşıp Aristoteles’in maddenin halleriyle ilgili görüşlerine geldi.

Toplantıdan kısa süre sonra Galileo bu sohbeti yazıya döktü:

Filozoflardan biri soğuşun yoğunlaştırma etkisi olduğunu söyledi; buzun da yoğunlaştırılmış sudan başka bir şey olmadığını iddia etti.

Buzun daha çok seyreltilmiş su olarak düşünülmesi gerektiğini söyleyerek bunu sorguladım. Çünkü yoğunlaşan maddeler ağırlaşır; buz su yüzeyinde kaldığına göre, sudan daha hafif olması gerekir.

Filozof “Hayır” dedi. “Buzun su yüzeyinde kalmasının nedeni sudan daha hafif olması değil, geniş ve yassı olmasıdır.” Buna verilecek iki yanıtım vardı. “Birincisi, sadece geniş ve ince tabaka halindeki buz değil, hangi şekilde olursa olsun bütün buzlar su yüzeyinde kalacaktır.” dedim ve şöyle devam ettim: “Eğer buz sudan daha yoğunsa, bir buz parçasını suyun altına doğru ittiğinizde tekrar kolayca yüzeye çıkmasını bekleyebilir misiniz?” Filozofun buna verilecek yanıtı yoktu.

Sonra filozof, su yüzeyine kılıcın yassı yüzüyle vurunca büyük bir direnç hissedildiğini, oysa keskin kenarıyla vurunca kılıcın kolayca suya girdiğini söyledi. Galileo buna yanıt olarak bir cismin şeklinin su içindeki hareketinin hızını etkilediğini, ancak suya batıp batmayacağını belirlemediğini söyledi. “Herhangi bir madde



küre şeklindeki batıyorsa, başka bir şekilde de batacaktır.” sonucuna vardı.

Filozofların kızgınlığı iki kat artmıştı. Galileo cisimlerin suda yüzme konusundaki fikirlerine ters düşmekle kalmamış, Aristoteles’i kavrayışlarına da meydan okumuştur. Tartışma kısa sürede büyüdü. Galileo’nun eski muhaliflerinden Ludovico delle Colombe de tartışmaya katıldı. Colombe, cisimlerin şekillerinin su yüzeyinde kalıp kalmayacaklarını nasıl etkilediğini ispat edebileceğini ileri sürüyordu. Abanozun yoğunluğu sudan biraz daha fazladır. Abanozdan yapılma bir topun suda batması bunun kanıtıdır. Fakat yassı bir abanoz parçası su yüzeyinde batmadan durur. Colombe, Galileo’yu halkın huzurunda münazaraya davet ederek ona meydan okudu.

Bu noktada Grandük Cosimo araya girdi. Galileo’ya kendini gülünç duruma düşürmemesini söyledi. Cosimo bu anlaşmazlığın bir sokak kavgasına benzeyeceğini düşünüyordu. Galileo da Cosimo’ya itaat etti ve ona olan bitenle ilgili bir rapor sundu. Ayrıca bazı cisimlerin su yüzeyinde kalmasını her yönüyle inceleyen bir kitap yazacağını da belirtti. Fakat, kendisine bu meseleleri Toskana sarayında tartışma fırsatı verilirse çok memnun olacağını, görgü kurallarına uymaya özellikle dikkat edeceğini de ekledi. Grandükün filozofu olarak yeterliğini kanıtlayacaktı.

Kardinallerin şerefine verilen ziyafet 2 Ekim 1611 günü yapılmıştı. Galileo Floransa’nın soylu ailelerinden birinin üyesi olan kardinal Maffeo Barberini’nin desteğini kazandı. Barberini Galileo’dan hoşlanmıştı; bu yakınlık kardinal 1623’te Papa VIII. Urbanus olduktan sonra da devam etti.

Ancak Mantua Dükünün oğlu olan diğer kardinal Aristotelesçi görüşten yanaydı. Saray halkı felsefi tartış-

ma sırasında hoş vakit geçirdi, ama münazaranın sonunda galip gelen olmadı. Bu kadar seçkin yetkililerin gösterdiği ilgiyle her iki taraf da kendisinin haklı çıktığını düşünüyordu.

Ziyafetten kısa bir süre sonra Galileo rahatsızlandı ve Salviati'nin villasına çekildi. Tekrarlayan ateş yüzünden yatağa düşmüştü, ama Salviati'nin villasında temiz kır havası acısını azaltıyordu. Kış mevsimini yüzen cisimler üzerine kitabını yazarak orada geçirdi. Galileo bu kitabında Arkhimedes'in bu olguyu her yönüyle açıklamış olduğunu iddia ediyordu. Yoğunluğu sudan daha düşük olan bir cisim yüzer, çünkü su cismin işgal ettiği alanda ki suyun ağırlığına eşit bir ağırlığı kaldırabilir.

Fakat yoğunluğu sudan daha fazla olan küçük konilerin suda yüzmesini nasıl açıklayabilirdi? Galileo bu durumu daha dikkatle incelemeye başladı. Konilerin suyun içinde çok küçük bir çukurlukta durduğunu fark etti. Günümüzde su moleküllerinin konilerin yüzeyine yandan bir güç uyguladığını söylüyoruz, buna da yüzey gerilimi diyoruz. Galileo bunu bilmiyordu. Ama çukurluğun yaklaşık 0,3175 santimetrelik bir sınırı olduğunu biliyordu.

Çukurluğun "duvarını" koninin bir parçası olarak değerlendirdi. Dolayısıyla, çukurluktaki havanın koniye "tutunduğunu" söyledi. Koni ve hava bir arada, sudan daha az bir yoğunluğa sahip olduğu için -Arkimedes'in yüzen cisimler ilkesine uygun olarak- koni yüzüyordu. Galileo bunun demir bir kabın yüzmesinden farksız olduğunu söyledi. Demir sudan çok daha yoğundur, fakat demir artı kabın içindeki hava sudan daha düşük bir yoğunluğa sahiptir.

Peki ya koni paradoksu? Sivri ucu aşağıya dönükken koninin üzerindeki çukurlukta önemli miktarda hava

oluyor. Fakat sivri uç yukarı dönük olunca, çukurluk koninin çevresini sarıyor ve yeteri kadar havanın koninin yüzeyine “tutunabileceği” kadar yer kalmıyor. Galileo aynı zamanda suda yüzen cismin tepesi ıslandığında, çukurluğun duvarlarının çöktüğünü de açıkça görmüştü. O zaman içi su dolu bir demir kap gibi hemen dibe batıyordu.

Galileo kitabına *Diseorso interno alle cose che stanno in su l'acqua* (Suda Yüzen Nesneler Üzerine Söylev) adını verdi. Kitapta Galileo'nun yüzen cisimlere ilişkin bütün iddiaları ve deneyleri yer alıyordu. Ayrıca Arkhimedes'in cisimlerin yüzmesi ile ilgili ilkesinin mantığını da açıklıyordu. Galileo gereken yerlerde hesaplamaları ve matematiksel teoremleri de veriyordu.

Suda Yüzen Nesneler 1612 yılının ilkbaharında yayımlandı. Galileo sonraki kitaplarının neredeyse tamamını olduğu gibi bu kitabı da İtalyanca yazmıştı. O günlerde bu tür kitaplar çoğunlukla Latince yazılırdı. Fakat Galileo Latince öğrenme imkânı olmayan gençleri teşvik etmek istediğini söylüyordu. Bu gençlerin de kitaplarını okumasını ve yeni fikirleri anlayacak kadar zeki olduklarını görmelerini istiyordu.

Floransa ve Piza'daki filozoflar grandükün Galileo'yu desteklemesiden son derece rahatsızdı. Aralarından dördü Suda Yüzen Nesneler'i eleştiren kısa kitaplar yazdı. Galileo'nun itibarını sarsacak yollar bulmak için Floransa'da Ludovico delle Colombe'nin önderliğinde bir grup oluşturdular. Galileo ve arkadaşları Colombe'nin grubunu alaya alıp, bir kez daha Colombe'nin ismiyle kelime oyunu yaparak onlara Güvercin Ligi adını taktı.

1612 ilkbaharında Galileo sağlığı düzelmiş olarak Floransa'ya döndü. Le Selve'deyken birikmiş mektuplar onu bekliyordu. Bunların arasında biri özellikle ilginçti.

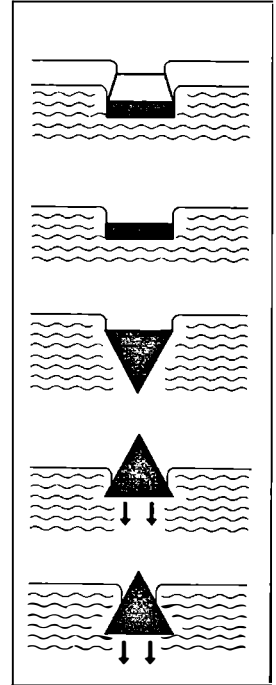
SUDA YÜZEN CİSİMLER

Arkhimedes'in yüzmeye ilkesine göre, su içine konan bir cisme yukarı doğru bir itme kuvveti uygulanır. Bu yukarı doğru itme kuvveti cismin yerini değiştirdiği suyun ağırlığına eşittir. Yoğunluğu sudan daha az olan bir cisim, kendi ağırlığına eşit ağırlıkta suyun yerini değiştirene kadar suya batar. Suyu eşit yoğunluğa sahip bir cisim ise üst yüzeyi suyun yüzeyiyle aynı hizada yüzer.

Galileo'nun muhalifleri sudan daha yoğun olan küçük parçaların geniş oldukları için yüzdüklerini iddia ediyorlardı. Galileo ise cisimlerin şekillerinin bu işle herhangi bir ilgisi olabileceği fikrini reddediyordu. Ona göre Arkhimedes'in yüzen cisimlerle ilgili kuralı burada da geçerliydi. Önemli olan tek şey cismin suya göre yoğunluğuydu.

Bunu ispatlamak için Galileo bazı deneyler yaptı. Bunları şöyle açıkladı:

1. Yoğunluğu sudan daha fazla olan küçük bir abanoz parçası yavaşça su yüzeyine konur. Abanoz parçası suyun içinde biraz battıktan sonra, ıslanmadığı takdirde, yüzmeye devam edecektir. Çukurluğun içineki abanoz parçasının üzerinde küçük bir su duvarı vardır.
2. Galileo'ya göre, çukurluğun içindeki hava abanoz parçasına "tutunmuştur". Hava ve tahta parçası bir arada, yer değiştiren suyla aynı hacme sahiptir. Tahta parçası (artı hava) yüzer, çünkü ortalama yoğunluğu suyun yoğunluğuna eşittir.
3. Baş aşağı suya konan bir koninin batmamasının nedeni de aynıdır. Koninin düz olan taban yüzeyinin üzerinde koniye "tutunan" hava, yüzen koninin yoğunluğunu azaltır.
4. Koni sivri ucu yukarı gelecek şekilde suya konduğunda, su duvarı koninin eğimli yüzeyleri üzerine kapanır.
5. Koninin sivri ucunun çevresindeki alan, yüzmesini sağlamaya yetecek kadar havanın koniye "tutunarak" koninin yoğunluğunu azaltılmasına olanak vermeyecek kadar küçüktür. Dolayısıyla, sivri ucu yukarı gelecek şekilde suya konan koni batar.



Bu mektup, Almanya'nın güneyinde bir hükümet yetkilisi olan ve bilimle ilgilenen Mark Welser'den gelmişti. Welser mektubunun ekinde yolladığı bir kitapçıkla ilgili olarak Galileo'nun yorum yapmasını rica ediyordu. Kitapçık isminin açıklanmasını istemeyen Cizvit bir matematikçi tarafından yazılmıştı. Daha sonra Galileo bu matematikçinin Christoph Scheiner olduğunu öğrendi. Scheiner teleskopuyla Güneş'in önünde kara lekeler gözlemlediğini yazıyordu.

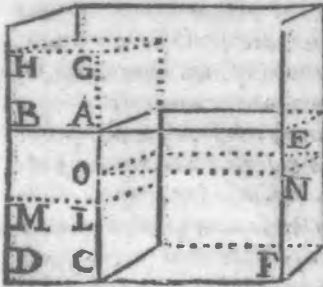
Bu lekeler, Güneş'in kusursuz bir cisim olduğuna inanan Aristotelesçilere büyük sıkıntı yaratmıştı. Scheiner lekelerin aslında Güneş'in yüzeyinde olmadığını ileri sürüyordu. Çok sayıda küçük yıldızdan oluşan kümeler Güneş'in etrafında dönüyor ve Güneş'in önünden geçerken görünür hale geliyorlardı.

Galileo da bu lekeleri görmüştü. Bir yıl önce bunları Roma'da bazı kişilere de göstermişti. O sıralar bu konunun üzerinde çok fazla durmamıştı. Scheiner'in yazdığı kitapçığı okuduktan sonra düzenli olarak bu lekeleri gözlemlemeye başladı.

Galileo hemen iki şeyin farkına vardı. Birincisi lekelerin genişlikleri Güneş'in önünde hareket ettikçe günden güne değişiyor gibiydi. Eğer lekeler Güneş küresinin yüzeyinde yer alıyor olsaydı tam da böyle bir değişim beklenirdi. Yani Güneş'in kenarına geldiklerinde, ortalarındayken olduklarından daha dar oluyorlardı. Karşınızda duran bir disk tam cepheden görmek yerine, eğilmiş olarak görmek gibiydi.

İkincisi, Galileo Güneş'in kendi ekseni etrafında dönüyor olması gerektiğini fark etti. Çok geçmeden, Güneş'in devir hızının yaklaşık ayda bir kez olduğunu hesapladı. Bu hesabı tek bir lekenin seyrini bir ayı aşkın süreyle izleyerek yaptı. Lekelerin şekilleri ve büyüklük-

le cagioni però assegnate così son difettose, ne è vero che'l solido, nel sommergersi, sollevi, e scacci mole d'acqua eguale alla sua propria sommersa: anzi l'acqua sollevata è sempre meno, che la parte del solido ch'è sommersa: e tanto più, quanto il vaso, nel quale si contiene l'acqua, è più stretto: di modo che non repugna che vn solido possa sommergersi tutto sott'acqua senza pure alzarne tanta, che, in mole, pareggi la decima, o la ventesima parte della sua mole: sì come all'incontro piccolissima quantità d'acqua potrà sollevare vna grandissima mole solida, ancorchè tal solido pesasse assolutamente cento è più volte di essa acqua, tutta volta che la materia di tal solido sia in ispecie men graue dell'acqua: e così vna grandissima traue, che v. g. pesi 1000. libbre, potrà essere alzata, e sostenuta da acqua, che non ne pesi 50: e questo auverrà, quando il momento dell'acqua venga compensato dalla velocità del suo moto. Ma perchè tali cose, profferite così in astratto, hanno qualche difficoltà all'esser comprese, è bene che vegniamo a dimostrarle con esempi più particolari; e per agevolezza della dimostrazione intenderemo i vasi, ne quali s'abbia ad infonder l'acqua, e situare i solidi, esser circondati, e racchiusi da sponde erette à perpendicolo sopra'l piano dell'orizzonte, e'l solido da porsi in tali vasi essere ò cilindro retto, ò prisma pur retto. E prima dimosterremo, che quando in vno de' vasi sopradetti, di qualunq; larghezza, benchè immensa, ò angusta, sia collocato vn tal prisma, ò cilindro, circondato da acqua, se alzeremo tal solido à perpendicolo, l'acqua circunfusa s'abbasserà, e l'abbassamento dell'acqua all'alzamento del prisma aurà la



medesima proporzione, che l'vna delle base del prisma, alla superficie dell'acqua circunfusa.

Sia nel vaso qual si è detto collocato il prisma a c d b. e nel resto dello spazio infusa l'acqua, sino al linello e a: e alzandosi il solido a d, sia trasferito in g m. e l'acqua s'abbasserà da e a. in n o. Dico che la scelta dell'acqua misurata dalla linea a o. alla

salita del prisma, misurata dalla linea g a. hà la stessa proporzione, che la base del solido g h. alla superficie dell'acqua n o. Il che è manifesto: perchè la mole del solido. g a b b. alzata sopra'l livello e a b. è eguale alla mole dell'acqua, che si è abbassata e n o a.

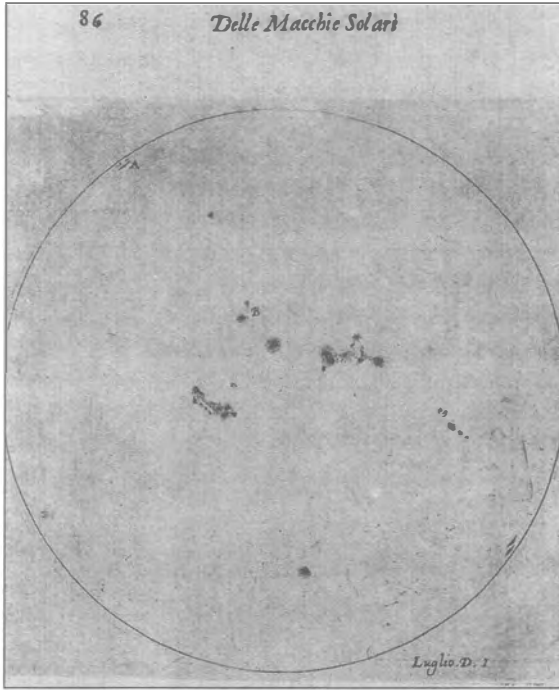
Sen

leri farklı olsa da bazen bir leke Güneş'in bir devrini tamamlaması için gereken süreden daha uzun bir süre görünecek kadar büyük olabilir. Yani batıdaki kenarda yok olduktan iki hafta sonra doğudaki kenarda tekrar görünür hale gelir. Bu Galileo'ya Güneş'in devir süresini ölçme olanağı vermiştir.

Kısa süre içinde Galileo, Welser'in sorularını yanıtlayabilecek kadar bilgi sahibi olmuştu. Uzun bir mektup yazarak gözlemlerini tarif etti ve sonra bu lekelerin neye benziyor olabileceği konusunu ele aldı. Lekeleri yıldızlar ve bulutlarla karşılaştırdı. Niteliklerini teker teker inceleyerek güneş lekelerinin yıldızlardan çok bulutlara benzediğini gösterdi. Fakat Galileo bu lekelerin kesin olarak bulut olduklarını söylemedi. Şöyle yazdı:

Lekelerin bildiğimiz bulutlarla aynı tür bulutlar olduğunu ya da Dünya'da buharlaşan ve Güneş'in çekimine giren su tanecikleri olduğunu kesin olarak söylemiyorum. Sadece onlara daha fazla benzeyen başka hiçbir şey bilmediğimizi söylüyorum. Gaz, buhar, bulut ya da Güneş küresinden veya başka yerlerden gelen bir tür duman olabilirler. Buna karar veremem; düşünemediğimiz binlerce şeyden herhangi biri olabilirler.

Galileo bu vesileyle, arkadaşı Benedetto Castelli'nin güneş lekelerini kaydetmek için tasarladığı bir tekniği de tarif etti. Castelli, vizör merceğinin yaklaşık bir metre uzağına bir kâğıt koyuyordu. Teleskop Güneş'e doğrultulduğunda, kâğıdın üzerinde Güneş'in görüntüsü oluşuyordu. Kâğıt, üzerine çizilecek bir dairenin Güneş'in görüntüsüyle örtüşmesini sağlayacak şekilde ayarlanabiliyordu. Castelli daha sonra kâğıt üzerinde



Galileo'nun güneş lekeleriyle ilgili ayrıntılı gözlemleri, Güneş'in kendi eksenini etrafındaki bir dönüşünü bir aydan kısa sürede tamamladığı sonucuna varmasına yol açtı.

toria e dimostrazioni intorno alle macchie solari (Güneş Lekelerinin Tarihi ve Kanıtları) başlığıyla yayımlandı.

Kitap Galileo'nun mektuplarından başka, sonraki üç ay için Jüpiter'in uydularının konumlarıyla ilgili tahminleri de içeriyordu. Bu, Galileo'nun o küçük uyduların hareketlerini belirlemekte büyük ilerleme kaydettiğini gösteriyordu. Gözlemciler, Galileo'nun tahminlerinin ne kadar doğru olduğunu görmek için Jüpiter'in uydularıyla ilgili gözlemlerini onun tahminleriyle karşılaştırabiliyordu.

Bu kitap yayımlandıktan sonra Galileo artık başka işlerle ilgilenebilirdi. Özellikle ilgilendiği iki konu vardı: Jüpiter'in uydularını kullanarak Dünya'daki herhangi bir yerin boylamını belirlemek ve dört muhalifi tarafından Suda Yüzen Nesneler adlı eserine yapılan eleştirileri kaydetmek.

beliren lekelerin yerlerini işaretliyordu. Bu yöntem gözlemcileri Güneş'e doğrudan bakmaktan kurtarıyordu.

Galileo, Welser'a güneş lekeleri hakkında toplam üç mektup yazdı. Üçüncü mektubu, Scheiner'in kendisinin ilk iki mektubuna yanıt olarak yayımladığı kitapçığa cevaben yazmıştı. Galileo'nun bu mektuplarının kopyaları Roma'daki Cesi'ye yollandı; Cesi de Lincean Akademisi'nin mektupları yayımlamasına karar verdi. Mektuplar 1613 ilkbaharında İtalyanca olarak *Is-*



Galileo boylamın hesaplanabilmesi için, bulunulan noktadan bakınca Güneş'in gökyüzündeki konumuna göre hesaplanan saatin değil, mutlak saatin bilinmesi gerektiğini biliyordu. Jüpiter'in uydularının hareketinin gökte kusursuz bir saat oluşturduğunu düşündü. Dikkatle hazırladığı tabloları kullanarak, bu uydulardan herhangi birinin Jüpiter'in gölgesine girdiği saati kaydedebilirdi. Bir gemi kaptanı bu tutulmalardan birini gözlemlediğinde Floransa'da saatin kaç olduğunu bilecekti. Floransa'daki saati bulunduğu yerdeki saatle (gerçi dakik çalışmayan mekanik saatini her gün ayarlaması gerekecekti) karşılaştırarak bu ikisi arasındaki farkı bulabilirdi. Bu saat farkından da, bulunduğu yerin boylamını hesaplayabilirdi.

Ancak kaptanın bir o yana bir bu yana sallanan gemisinin güvertesinde Jüpiter'in uydularını gözlemlemesi bir hayli güç olabilirdi. Galileo bir teleskopu sabit tutmanın yollarını bulmaya çalıştı ama bu konuda hiçbir zaman başarılı olamadı. Yine de bu fikrini İspanya ve Hollanda hükümetlerine satmak için epeyce vakit harcadı.

Galileo Suda Yüzen Nesneler adlı eseri çıktıktan sonraki yıl boyunca filozofların aleyhinde yayımladıkları itirazları kaydetti. Eleştirileri yayımlanan kişilerden üçü Pisa'da profesördü, dördüncüsü ise Ludovico delle Colombe idi. Galileo onların iddialarını eleştiriyor ve Aristoteles'e olan bağlılıklarını alaya alıyordu. Galileo tuttuğu çok sayıda notu eski öğrencisi ve dostu Benedetto Castelli'ye ilettiler. Castelli bu notları bir araya getirip 1615'te yayımlattı. İtirazlara Cevap başlığını taşıyan bu derlemenin sayfa sayısı hem Galileo'nun diğer tüm eserlerinin sayfa sayısından, hem de eleştiri niteliğindeki dört kitapçığın toplam sayfa sayısından daha fazlaydı.

1616 Mart'ında Roma'daki kilise yetkilileri Kopernik'in *De revolutionibus orbium coelestium* (Göksel Kürelerin Dönüşleri Üzerine) adlı eserini askıya aldı. Yani kitapta gerekli "düzeltmeler" yapılanaya kadar Katoliklerin bu eseri okuması yasaklandı. Kopernik'in yasaklanmasına yol açan olaylar 5. bölümde anlatılacaktır. Yasaklama emrinde Galileo'nun adı geçmese de herkes bunun ona karşı yapılmış bir eylem olduğunu düşündü. Sonuç olarak, Galileo Dünya'nın hareket ettiği fikrini destekleyen faaliyetlerinden vazgeçti. Aynı sıralarda Cizvit matematikçiler kendi konumlarının güçlendiğini düşündüler. İki yıl sonra gökbilim alanında üstünlüklerini göstermenin bir fırsatını buldular.

Bu fırsat, birbirinin peşi sıra üç kuyruklu yıldızın görüldüğü 1618 yılının sonbaharında ellerine geçti. Batıl inançları olanlar bunların felaket habercisi olduğunu düşündü. Gökbilimciler ise bunları açıklamaya çalıştı. Roma Koleji'ndeki Cizvit matematikçiler büyük bir dikkatle kuyruklu yıldızları inceledi. Avrupa'nın dört bir yanındaki diğer Cizvitlerden kuyruklu yıldızların görünmesi hakkında bilgi topladılar ve bulgularını duyurmak üzere Roma'da halka açık toplantılar düzenlediler. Kuyruklu yıldızların Ay'ın ötesinde, gezegen benzeri cisimler olduğu fikrini öne sürdüler. Cizvitler vardıkları sonuçları, Roma Koleji'nin baş matematikçisi Orazio Grassi'nin yaptığı bir konuşmayı yayımlayarak duyurdular. Grassi kuyruklu yıldızların ıraklık açısının çok küçük olduğunu, bunun da Dünya'dan uzak oldukları anlamına geldiğini söylüyordu.

O sıralar, birkaç kişi Galileo'ya yazarak kuyruklu yıldızlarla ilgili görüşlerini sordu. Romatizma ve ateşle tekrar yatağa düşen Galileo bir süre bu mektupları yanıtlamadı. Grassi'nin yaptığı konuşmanın metni yayım-



lanınca Galileo ve arkadaşları gökbilim alanında öncülüğü Cizvitlere bırakamayacaklarına karar verdiler. O zamana kadar Galileo'nun Avrupa'nın en önemli gökbilim gözlemcisi olduğu açıkça biliniyordu.

Galileo Grassi'ye bir yanıt yazdı ve bunu yakın arkadaşı da olan meslektaşı Mario Guiducci adıyla yayımlattı. Galileo, kuyrukluyıldızların doğası bilinmediği sürece konumlarını belirlemekte ıraklık açısının hiçbir işe yaramayacağını bildirdi. Belki de atmosferde oluşan buharlardan yansıyan güneş ışığı olabilirlerdi. Eğer öyleyse ıraklık açıları da olmazdı.

Galileo Grassi'nin teleskopun kuyrukluyıldızların uzakta olduğunu gösterdiği iddiasına da şüpheyile yaklaşıyordu. Grassi'nin bunu söylemesinin nedeni teleskopun kuyrukluyıldızları büyüterek göstermemesiydi, tıpkı yıldızları da büyüterek göstermediği gibi. Buna karşılık, teleskop çıplak gözle ancak birer ışık noktası gibi görünen gezegenleri (ki bunlar yıldızlardan çok daha yakındı) ufacık diskler gibi gösteriyordu.

Galileo, teleskopun uzaklık ölçmek için kullanılabileceğini düşünen Grassi'yle alay etti. Grassi bu noktada Galileo'ya fena halde kızdı. Belki de Kopernik'e konan yasağın Floransalıyı susturacağını düşünmüştü. Grassi hemen Galileo'nun Guiducci tarafından aktarılan fikirlerine karşı 70 sayfalık bir saldırı yayımladı. Grassi'nin kitabı *Libra astronomica e filosofica* (Gökbilimsel Denge) başlığını taşıyordu. Grassi kendi adını gizli tutarak kendine hayali bir öğrenci uydurdu ve kitabın Lotario Sarsi adındaki bu öğrencisi tarafından yazıldığını ileri sürdü. Grassi, Guiducci'nin raporunu satır satır incelemiş ve aklına gelen tüm itirazları kaleme almıştı.

Galileo'nun Romalı arkadaşları, özellikle de Lincean Akademisi'nin üyeleri Galileo'nun bu eleştirilere aynen

yanıt vermesi konusunda ısrar ettiler. Galileo bu işi birkaç yıl erteledi. Nihayet tartışmanın başlangıcından üç yıl sonra, Ekim 1622’de Galileo tamamladığı elyazmasını Roma’da yayımlanması için Lincean Akademisi’ne yolladı.

Galileo, Grassi’nin denge benzetmesini sürdürerek kitabına *Il Saggiatore* (Ayarıcı) adını verdi. Kıymetli metalleri kum tanesi kadar küçük olsalar bile tartabilen hassas kuyumcu terazilerine göndermede bulunuyordu. Guiducci’nin raporunda Galileo, Grassi’yi Tycho Brahe’nin gökbilimsel “fantezilerini” sürdürdüğü için eleştirmişti. Danimarkalı bir gökbilimci olan Tycho (Leonardo ve Galileo gibi o da ilk adıyla tanınır) teleskopun icadından önce en iyi gökbilimsel gözlemleri yapan kişiydi. Ayrıca Dünya’nın merkezde olduğu, Güneş’in Dünya’nın çevresinde, gezegenlerin de Güneş’in çevresinde döndüğü bir gezegenler sistemi önermişti.

Galileo Grassi’nin şairlerin kuyruklu yıldızlar hakkındaki görüşlerine başvurmasını da alaya almıştı. Sarsi Gökbilimsel Denge’de Grassi’nin Tycho’yu örnek aldığı tek noktanın kuyruklu yıldızların konumlarının nasıl belirleneceği olduğunu iddia etmişti. Şöyle yazmıştı:

Başka hiçbir konuda Tycho örnek alınmamıştır. Vaşak gözlü astrolog [Galileo] teleskopuyla bile zihinlerdeki düşünceleri göremez. Fakat diyelim ki ustam, Tycho’yu örnek almış olsun. Bu bir suç mudur? Onun yerine kimi örnek alabilirdi? Artık daha yakın olan Mars’ın kılıcı yüzünden hayatları tehlikede olan taraftarlarıyla Ptolemaios’u mu? Ya da Kopernik’i mi? Görevini bilen kişiler herkesi ondan uzak durmaya çağırarak ve kısa süre önce yasaklanan hipotezini reddedecektir... O ki-

Friderici Achillis Ducis Wirtemberg. Consultatio de Principatu inter Provincias Europæ, habita Tubingæ in Illustri Collegio, anno Christi 1613.

Donelli Enucleati, sive Commentariorum Hugonis Donelli de Iure Civili in compendium ita redactorum, &c.

Et quia etiam ad notitiam præfata Sacræ Congregationis pervenit, falsam illam doctrinam Pythagoricam, divinæque Scripturæ omnino adversantem de mobilitate Terræ, & immobilitate Solis, quam Nicolaus Copernicus de revolutionibus orbium celestium, & Didacus Astunica in Iob etiam docent, jam divulgari, & à multis recipi, sicuti videre est ex quadam epistola impressa cuiusdam Patris Carmelitæ, cui titulus; *Lettera del Rev. Padre Maestro Paolo Antonio Foscarini Carmelitano sopra l'opinione de Pitagorici, e del Copernico, della mobilità della Terra, e stabilità del Sole*; & *Il nuovo Pitagorico Sistema del Mondo, in Napoli per Lazzaro Scoviglio 1615.* in qua dictus Pater ostendere conatur, præfata doctrinam de immobilitate solis in centro Mundi, & mobilitate Terræ, consonam esse veritati, & non adversari Sacræ Scripturæ: Ideò ne videretur huiusmodi opinio in perniciem Catholicæ veritatis serpat, censuit dictos, Nicolaum Copernicum de Revolutionibus orbium, & Didacum Astunicam in Iob suspendendos esse donec corrigantur. Librum verò Patris Pauli Antonij Foscarini Carmelitæ, omnino prohibendum, atque damnandum, aliosque omnes Libros pariter idem docentes, prohibendos, prout præfenti Decreto omnes respectivè prohibet, damnat, atque suspendit. In quorum fidem præfens Decretum manu, & sigillo Illustrissimi, & Reverendissimi D. Cardinalis Sanctæ Cæcilie Episcopi Albanen. signatum, & munitum fuit, die 5. Martij 1616.

E. Epif. Albanen. Card. Sanct. Cæcilie.

Locus sigilli.

Regist. fol. 90.

bar beyefendinin [Galileo] doğanın şiiirden haz duymadığını söyleyeceğini hiç ummazdım. Ben hiç öyle düşünmüyorum! Ben daima doğanın şairane olduğunu düşünmüşümdür. Doğanın bize sunduğu meyvelere ve yemışlere hep çiçekler eşlik eder. Galileo'nun ciddi meselelere lezzet veren böyle hoş şeylerin ayrı tutulmasını emredecek kadar insafsız olabileceğine kim inanırdı?

1616 tarihli bu kararlar kilise yetkilileri Kopernik'in devrim niteliğindeki Göksel Kürelerin Dönüşleri Üzerine adlı kitabını Katolikler tarafından okunması yasaklanan kitaplar listesine aldılar.

Galileo'nun Ayarcı'da verdiği yanıt da eşit derecede sert bir dille yazılmıştı. Galileo yanıtında Sarsi'ye hitap etse de herkes bu ismin arkasında Roma Koleji'nin baş matematikçisi Orazio Grassi'nin gizlendiğini biliyordu. Galileo *felsefe yapmak* derken aslında *bilim yapmayı* kastediyordu.

Anlaşıldığı kadarıyla Sarsi, felsefe yapmak için meşhur bir yazarın görüşlerini temel almanız gerektiğini düşünüyor. Belki de felsefenin, Homeros'un *İlyada'sı* gibi bir yazar tarafından yaratılmış bir hikâye olduğunu düşünüyor. Bu tür kitaplarda en önemsiz unsur yazarın anlattıklarının doğru olup olmadığıdır. Ama Bay Sarsi, işlerin gerçek yüzü böyle değil. Felsefe, daima gözümüzün önünde açık duran o muazzam kitapta yani evrende yazılıdır. Fakat önce kitabın yazıldığı dili öğrenmezseniz, kitapta yazanları anlayamazsınız. Bu kitap matematik diliyle yazılmıştır. Karakterleri üçgenler, daireler ve diğer şekillerdir. Bunlar olmaksızın bu kitabın tek kelimesini bile anlamak mümkün değildir. Onlar olmadan zifiri karanlık bir labirentin içinde dolanıp durursunuz.

Galileo, ünlü bir matematikçiye bilimi anlamak için matematiğe başvurması gerektiğini söyleyerek son derece iğneleyici bir üslup kullanmıştı.

Galileo'nun alaycı üslubu bir başka paragrafta da görülüyor. Grassi, Aristoteles'in yüksek hızla fırlatılan bir okun havayla sürtünmekten dolayı ısınacağına dair iddiasını destekliyordu. Bu görüşü doğrulamak için üç şaîrden alıntı yapmıştı. Sonra da Babilli askerlerin yumurtalarını sapanların içine koyup havada döndürerek pişirdiğini iddia eden tarihi bir kayıttan bahsetmişti.

Galileo, Grassi'nin kaynakları ardı ardına sıralayışıyla alay ediyordu:

Akıl yürütmek yük taşımaya benzemez; birkaç atın taşıyabileceği çuval sayısı tek bir atın taşıyabileceğinden fazladır. Akıl yürütmek daha çok



koşmaya benzer; bir Arap atı yüzlerce attan olu-
şan bir sürüden daha hızlı koşar ve onları geçer.

Sonra Babillilere değiniyordu:

Sarsi'yi memnun etmek için Babillilerin yumurtayı sapanlarına koyup hızla havada döndürerek pişirdiklerine inanabilirim. Fakat sebebi onun söylediklerinden çok farklı. Ben şöyle akıl yürütüyorum: "Başkalarının yaptığı ileri sürülen bir şeyi biz yapamıyorsa, onlarda olan bir şey bizde yok demektir. Sadece tek bir eksikimiz varsa o da sebep olmalıdır. Yumurta, sapan ve bunları hızla havada döndürebilecek güçlü adamlar elimizin altında. Ancak bunlarla yumurta pişmiyor. Hatta eğer yumurtalar sıcaksa havada döndürülmeleri soğumalarına neden olacaktır. Eksikimiz Babilli olmayışımızdır. Dolayısıyla yumurtanın pişmesinin sebebi pişirenlerin Babilli olmasıdır."

Galileo'nun Ayarcı adlı eseri edebi bir başyapıt olarak geniş çapta övgü aldı. Galileo, bu eseriyle ciddiye alınması gereken bir saray bilimcisi olarak itibarını yeniden kazandı. Ayrıca kitap, Galileo ve Lincean Akademisi'nden arkadaşları için şanslı gibi görünen bir dönemde çıktı. Tam kitabın baskısı tamamlandığı sırada XV. Gregorius'un ardından yeni bir papa tahta çıktı. Yeni papa VIII. Urbanus, Galileo'nun eski arkadaşı Maffeo Barberini idi. Lincean Akademisi Ayarcı'yı yeni papaya ithaf etti. Ancak Ayarcı'nın başarısı, aynı zamanda Cizvitlerin tehlikeli düşmanlara dönüşmesine de yol açtı.

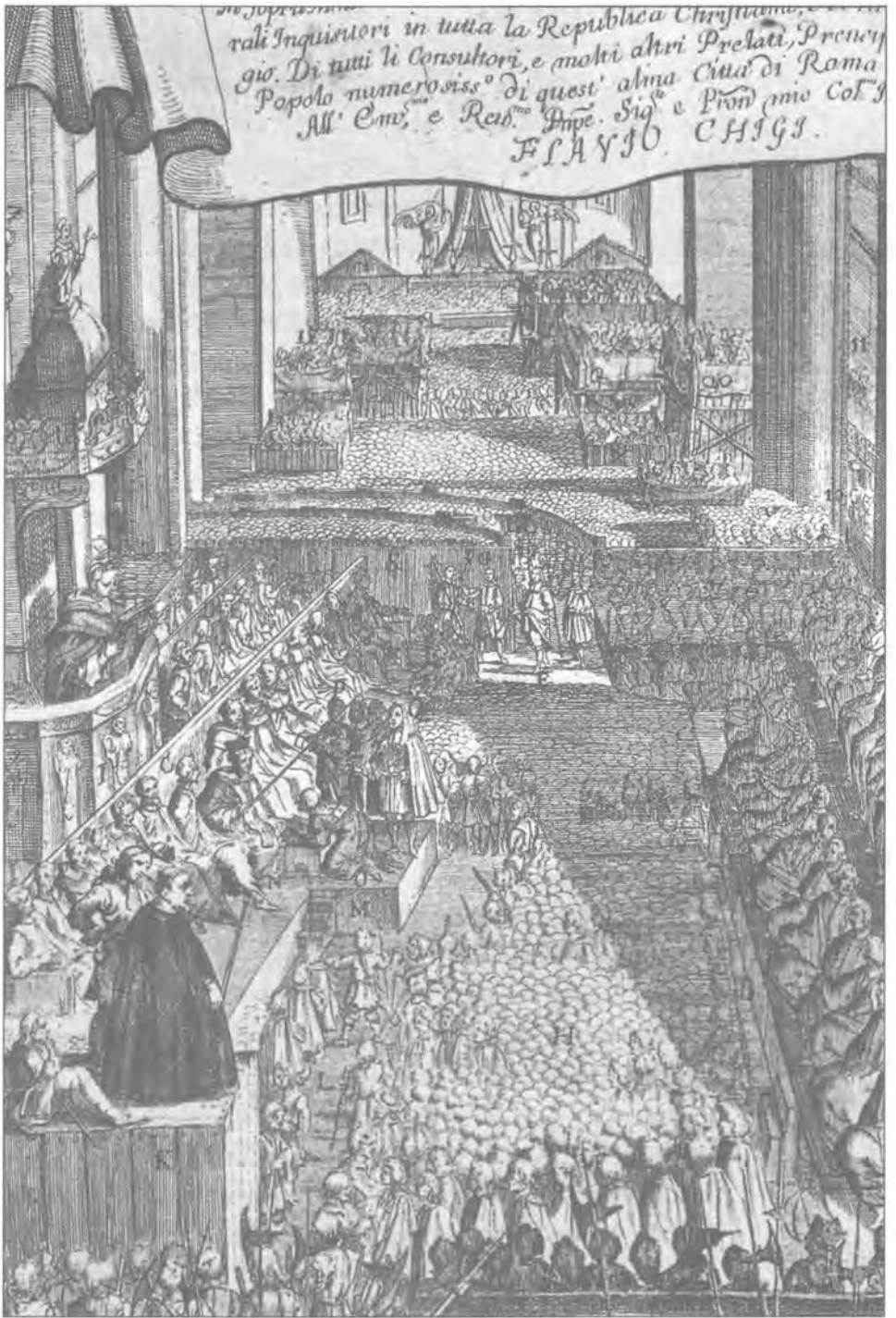
Galileo Yargılanıyor

22 Haziran 1633, Çarşamba. Roma'daki Santa Maria Sopra Minerva adlı Dominiken manastırı. Beyaz elbiseler giymiş bir tövbekâr, Enkizisyon üyesi yedi kardinalin önünde diz çökmüş, önceden hazırlanmış bir itirafnameyi okuyor:

Ben, Floransalı müteveffa Vincenzo Galilei'nin oğlu, yetmiş yaşındaki Galileo (.....) Kutsal Katolik Kilisesi ve Papa'nın inandığı, vazettiği ve öğrettiği her şeye daima inandığıma ve inanmaya devam edeceğime yemin ederim. (.....)

Güneş'in evrenin merkezinde hareketsiz durduğuna ve Dünya'nın evrenin merkezi olmayıp hareket ettiğine inandığım için, dini inançlara karşı geldiğim şüphesiyle yargılandım. (.....)

Tüm samimiyetimle ve inançla, yukarıda andığım yanlışları ve sapkınlıkları nefretle lanetler, bunlardan vazgeçtiğime ant içerim. (.....) Gelecekte, ne sözlü ne de yazılı olarak, hakkımda



Galileo'nun Dünya'nın hareketiyle ilgili görüşlerinden vazgeçmeye zorlandığı Santa Maria Sopra Minerva Kilisesi'nde, Roma Enkizisyonu'nun önünde toplu halde nedamet getirenleri gösteren, 17. yüzyıldan kalma bir oymabaskı.

benzer bir şüphe uyandırabilecek hiçbir şey söylemeyeceğime ve beyan etmeyeceğime yemin ederim.

Galileo bu acınası duruma nasıl düşmüştü? Bu soruyu yanıtlamak için 1610 yılına geri dönmemiz gerekiyor. O yıl Galileo Toskana Grandüklüğüne saray filozofu olarak atanmıştı. Bu konumunu yeni şekillerde felsefe yapmak -günümüzde buna bilim yapmak diyoruz- için kullanıyordu.

Galileo saray filozofu olarak Aristoteles geleneğine bağlı kalan diğerlerini yerlerinden etmişti. Bu kişiler bir kenara itilmeyi kabullenmediler. Cisimlerin yüzmesiyle ilgili tartışmada, Toskana sarayının eğlencesi için alay konusu edilince de iyice rahatsız olmuşlardı.

Ayrıca Galileo'nun sarayda nüfuzu da vardı. 1613 yılının ortalarında II. Cosimo'yu, arkadaşı Benedetto Castelli'yi Piza Üniversitesi'ne matematik profesörü olarak ataması için ikna etmişti. Gelenekçilerin bu durumdan rahatsız olduklarına dair ilk işaret kısa sürede geldi. Üniversitedeki denetçilerden biri Castelli'yi Dünya'nın hareket ettiğini söyleyen Kopernikçi görüşü öğretmemesi için uyardı. Castelli denetçiye bunu yapmayacağını, Galileo'nun da zaten kendisine aynı tavsiyede bulunduğunu belirtti.

Saray halkı aynı yılın Aralık ayında kışı geçirmek için Piza'ya taşındığında, Castelli grandük ve ailesiyle kahvaltıya davet edildi. Kahvaltıdan sonra Cosimo'nun anesi Grandüşes Christine'nin oturma odasına çekildiler. Orada Grandüşes Christine, Castelli'ye Dünya'nın hareket ettiği görüşünün Kitabı Mukaddes'le çelişip çelişmediğini sordu. Castelli Grandüşesin diğer konuklar arasında bulunan ve gelenekselci bir filozof olan Profe-



sör Cosimo Boscaglia'nın etkisi altında kalmış olabileceğini düşündü.

Castelli Galileo'ya bu olaydan bahsedince, Galileo ona uzun bir mektup yazarak bilim ve din işlerinin bir-biriyle karıştırılmaması gerektiğine ilişkin kendi görüşünü açıkladı. Galileo kutsal metinleri de, doğanın kitabını da Tanrı'nın yazdığını düşünüyordu. Her ikisi de eşit derecede doğrudur, diyordu.

Fakat Galileo, bazen Kitabı Mukaddes'teki dilin herkesin anlayabileceği şekilde değiştirildiğini ileri sürüyordu. Kitabı Mukaddes Dünya'nın hareket etmediğini söylüyor gibi görünebilir, ama bunun nedeni gündelik deneyimlerimize göre öyle görünmesidir. Diğer taraftan, doğada o tür değişiklikler yoktur. Eğer doğa bize Dünya'nın hareket ettiğini gösterebiliyorsa, bundan şüphe etmememiz gerekir. Kitabı Mukaddes'in, doğanın bize makul deneyimler ve kesin kanıtlarla açıkça gösterdiği şeylerle çelişmesine izin vermemeliyiz.

Galileo Dünya'nın hareket etmediğini kanıtlamak için tartışmalarda sıkça kullanılan, Eski Ahit'ten meşhur bir bölüme değiniyordu. Yeşu bir çatışmanın ortasındaydı ve düşmanlarının işini bitirmek için daha uzun bir gün gerekiyordu. Tanrı'ya yakararak bir süreliğine Güneş'i durdurması için dua etti. Tanrı bu dileği yerine getirdi: "Halk düşmanlarından öcünü alıncaya dek Güneş durdu, Ay da yerinde kaldı. (.....) Güneş, yaklaşık bir gün boyunca göğün ortasında durdu, batmakta gecikti." (Yeşu 10:13).

Galileo'nun muhalifleri bu bölümü Aristoteles'in ve Ptolemaios'un görüşlerini desteklemek için kullanmışlardı. Fakat Galileo, onların sistemlerinde yalnızca Güneş'in değil tüm göksel cisimlerin günlük hareketi olduğunu söylüyordu. Bu hareket, *primum mobile* denen bir

dış küre tarafından yönlendiriliyordu. Dolayısıyla Aristoteles'in ve Ptolemaios'un sistemlerinin doğru olması için Yeşu'nun Tanrı'dan *primum mobile*'yi durdurmasını istemiş olması gerekirdi. Kitabı Mukaddes'te Yeşu başka bir şey söylediğine göre, demek ki Kitabı Mukaddes'te hayatlarında *primum mobile*'nin adını bile duymamış insanların anlayabileceği bir dil kullanılıyordu.

Ancak Yeşu'nun sözlerini Kopernik sistemi karşılayabilirdi. Güneş kendi eksenini etrafında yaklaşık olarak bir ayda döndüğüne göre, belki de bu hareket gezegenlerin tümünü kontrol ediyordu. O halde Güneş'in hareketini durdurmak aynı zamanda Dünya'nın hareketini de durdurabilirdi. Bu da günün uzamasına sebep olurdu.

Castelli, Galileo'nun mektubunun birçok kopyasını çıkardı ve arkadaşlarına dağıttı. Bu kopyalardan biri, Galileo'nun Güvercin Ligi'ndeki düşmanlarından birinin eline geçti. Bir yıl boyunca başka bir şey olmadı. Fakat 1614 yılının Aralık ayında Güvercin Ligi'ndekiler Galileo'nun ve onun Dünya'nın hareketiyle ilgili kuramının aleyhinde vaaz verecek bir rahip buldu. Dominiken rahip Tommaso Caccini kendisine metin olarak Yeşu'yla ilgili bölümü seçti. Bu bölümü geleneksel şekilde açıkladı. Bu fırsatı matematikçileri gerçek inancın düşmanları olarak ilan etmek için de kullandı. Bu vaaz sayesinde Güvercin Ligi mensupları Galileo'ya karşı uyguladıkları taktiği değiştirmiş oldular. Onu felsefe alanında gözden düşüremedikleri için dine başvuruyorlardı.

Caccini'nin vaazının üzerinden iki ay geçmeden Floransa'daki Dominiken Peder Niccolò Lorini, Galileo'nun Castelli'ye yazdığı mektubun bir kopyasını Roma'daki Enkizisyon'a yolladı. Lorini, Dominikenlerin mektubun Hristiyan inancına aykırı ifadeler içerdiği düşüncesinde olduğunu dile getirdi.

Enkizisyoncular mektubu bir dinbilim uzmanına yolladı. Uzman, mektubun dini inançlara aykırı görüş içermediği kanaatindeydi. Ancak Caccini 1615 yılının Mart ayında Enkizisyon'da tanıklık etmek üzere Roma'ya gitti. Galileo'yu Güneş'in evrenin merkezi olduğuna ve Dünya'nın kendi ekseninde döndüğünü düşünmekle çok açık bir şekilde suçladı. Galileo'nun Güneş Lekelerinin Tarihi ve Kanıtları adlı kitabında bu tür şeyler yazdığını, bunların doğru olmadığını söyledi. Caccini başka suçlamalarda da bulundu ve Enkizisyon bunları da araştırdı. Ama bu suçlamaların asılsız olduğu kanaatine varıldı.



Önde gelen Cizvit dinbilimci Kardinal Roberto Bellarmine, Galileo'yu Dünya'nın hareket ettiği fikrini savunmaması için uyarmıştı. Bellarmine, Kitabı Mukaddes'le çelişiyor gibi görünen bilimsel bulguları desteklemeyi reddediyordu.

Galileo, Enkizisyon'un yürüttüğü soruşturmadan haberdar olunca endişelenmeye başladı. Roma'daki arkadaşlarına yazarak ne yapması gerektiği konusunda tavsiyelerini istedi. Arkadaşları kendisine dikkatli olmasını ve Dünya'nın hareket ettiğinin doğru olduğunu söylemekten kaçınmasını tavsiye ettiler.

1615 Mart'ında Paolo Foscarini adında Napolili bir rahip, Kopernik sisteminin Kitabı Mukaddes'e aykırı olduğunun düşünülmemesi gerektiğini ileri süren bir kitapçık yayımladı. Foscarini'nin bu çalışmasının bir kopyası eline geçince Galileo da cesaretlendi. Kitapçığın bir başka kopyası ise önde gelen Cizvit dinbilimci ve Roma Enkizisyonu'nun üyesi Kardinal Roberto Bellarmine'ya gönderildi.

Bellarmino, Foscarini'ye bir mektup yazdı ve bu mektubun bir kopyasını da Galileo'ya gönderdi. Dünya'nın hareket ettiği konusunu sadece bir varsayım olarak ele aldıkları sürece başlarına iş açılmayacağı güvencesini verdi. Dünya'nın gerçekten hareket ettiğini iddia etmenin tehlikeli olacağını, çünkü bunun Kitabı Mukaddes'le çeliştiği için Hristiyanlığa zarar vereceğini de ilave etti. Bellarmino, Dünya'nın hareket ettiği kanıtlanırsa, Kilise'nin bunun asılsız olduğunu söylemek yerine, Kitabı Mukaddes'teki buna ters görünen bölümlerin yanlış anlaşıldığını söyleyeceğini ifade etti. Mektubunu, Dünya'nın hareket ettiğine ilişkin herhangi bir kanıttan haberi olmadığını belirterek bitirdi.

Buna yanıt olarak Galileo Castelli'ye yazdığı mektubu genişletti. Cosimo'nun annesi, Grandüşes Christine'ye hitaben yazdığı bu mektupta Galileo doğanın ve Kitabı Mukaddes'in nasıl yorumlanması gerektiğine dair görüşlerini ayrıntılı olarak anlattı. Kitabı Mukaddes'in gücünün inanç ve ahlaki konularla sınırlı kalması gerektiğini özellikle vurguladı.

Galileo, Bellarmino'nun bir arkadaşının söylediği "Kutsal metinlerin amacı bize nasıl cennetlik olunacağını söylemektir, cennetin nasıl olduğunu değil." sözlerini yineledi. Diğer taraftan Bellarmino Kitabı Mukaddes'teki tüm ifadelerin, doğrudan Kutsal Ruh'tan geldikleri için, inanç meselesi olduğunu yazmıştı.

Galileo kronikleşen hastalığı nedeniyle 1615 yılının büyük kısmını yatakta geçirmek zorunda kalmıştı. Fakat Aralık ayında kendini seyahat edebilecek kadar iyi hissedince Roma'ya gitmeye karar verdi. Yetkililerin kendisini sapkınlıkla suçlamaya hazırlanıp hazırlanmadıklarını öğrenmek istiyordu. Eğer yetkililer böyle bir suçlamada bulunmayacak ama Kilise Kopernik sistemi-



ni yasaklayacaksa, Kilise'yi ciddi bir hata yapmaktan korumak istiyordu. Kilise Dünya'nın hareket etmediği yönünde bir karar verir de daha sonra bunun aksi kanıtlanırsa, Kilise'nin gülünç duruma düşeceğine inanıyordu.

Roma'da, Galileo nüfuzlu yetkililerin kendisine 1611'de olduğundan daha mesafeli davrandığını fark etti. Yine de kendisinin kişisel olarak tehlikede olmadığını düşündü. Böylece birtakım toplantılara katılıp Kopernik sisteminin akla yakın olduğunu kanıtlamak için uğraştı.

Kopernik, biz hissetmesek de Dünya'nın hareket ediyor olabileceğini ileri sürmüştü. Bu, limandan ayrılmakta olan bir gemide bulunmaya benziyordu: Geminin hareket ettiğini bildiğimiz halde, sanki liman gemiden uzaklaşıyor gibi görünür. Kopernik'in muhalifleri, Kardinal Bellarmino da dahil, bu örneğin anlamsız olduğunu söyledi. Çünkü (Dünya'da olan) limanın hareketsiz olduğunu biliriz, dolayısıyla da limanın hareket ediyor gibi gözükmesinin bir yanılsama olduğunu anlayabiliriz.

Galileo yanıtında bunun konuyla ilgisi olmadığını söylüyordu. Güneş'in mi yoksa Dünya'nın mı hareket halinde olduğunu aslında bilmiyoruz. Bu yüzden Güneş'i de Dünya'yı da denizde iki gemi olarak düşünmeliyiz. Hangi geminin içindeyse bize o gemi duruyormuş, diğer gemi hareket ediyormuş gibi gelecektir. Hangisinin gerçekten hareket ettiğini bilmek için başka kanıtlar gerekir.

Dünya'nın hareket ettiği görüşüne karşı alışılmış itirazlardan bir diğeri, bir kuleden aşağı bırakılan taşın dikey olarak kulenin dibine düşmesiydi. Aristotelesçilere göre, eğer Dünya doğu yönünde saatte yüzlerce kilometre

re hızla hareket ediyor olsaydı kuleden atılan taşın, kule-
nin epeyce batısına düşmesi gerekirdi. Kanıt olarak, ha-
reket halindeki bir geminin direğinden bırakılan bir ta-
şın geminin epeyce gerisine düşeceğini iddia ediyorlardı.

Galileo öyle olmayacağını kanıtlamaya çalıştı. Diye-
lim ki gemi saniyede 4,5 metre ilerliyor olsun. Gemi di-
reğinin tepesindeyken taş da saniyede 4,5 metre ilerliyor
olacaktır. Eğer taşın güverteye düşmesi 2 saniye sürü-
yorsa gemi de bu süre içinde 9 metre ilerlemiş olur. Taş
da öyle!

Sonuç olarak, taş yine güvertede direğin dibine düşe-
cektir. Galileo bu deneyi uyguladığını ileri sürüyordu.
Ne olursa olsun, sadece akıl yürütmeye de iddiasının
doğruluğunun kanıtlanabileceğini savunuyordu. Galile-
o'nun mantığı pek çok kereler izleyicilerini etkilemişti.
Fakat muhaliflerini ikna etmeye yeterli olmadı.

Galileo ayrıca gelgit olayının da Dünya'nın hareketi-
ne bağlı olduğu savını ortaya koydu. Bu savını yazıya
dökerek, diğerlerini onun ikna edebileceği umuduyla
kendisine dostça davranan genç Kardinal Alessandro
Orsini'ye iletti. Fakat bu hamle geri tepti. Daha 22 ya-
şında olan Kardinal Orsini, Galileo'nun söylediklerini
Papa V. Paulus'a iletti. Papa çok öfkeleni ve bu mese-
leyle Enkizisyon'un ilgilendiğini söyledi. Aslında tam o
sırada Enkizisyon birçok dinbilimciye iki sav yollayarak
bunlarla ilgili görüşlerini istemişti. Bu savlar Galile-
o'nun Güneş Lekelerinin Tarihi ve Kanıtları adlı kita-
bında yer alınıyordu, Caccini'nin bir önceki ilkbaharda
verdiği ifadedden alınmıştı.

Her iki sav da aşağıdaki gibi yorumlandı:

1. *Güneş evrenin merkezindedir ve her türlü ha-
reketten yoksundur.* Bu sav budalaca ve felsefi

açıdan saçmadır. Sözcüklerin düz anlamları ve Kutsal Pederlerin ortak yorum ve anlayışlarına göre Kitabı Mukaddes'le pek çok yerde açıkça çeliştiği için, resmen dini inançlara aykırı bir görüştür.

2. *Dünya ne evrenin merkezidir ne de hareketsizdir; bir bütün olarak ve günlük bir devirle kendi ekseninde hareket eder.* Bu savın da felsefi yorumu aynıdır ve inanç açısından da hatalıdır.



Pek çok kimse felsefi açıdan bu savları yargılayanın dinbilimcilerin işi olmadığını ileri sürdü. Yine de dinbilimciler, savların Kitabı Mukaddes'le çeliştikleri için sapkınlık içerdiği yönündeki görüşlerini ifade ettiler. Bu görüşleri Enkizisyon'a iletilen bir raporda yer aldığı için Katolik Kilisesi'nin resmi tanıklığı olarak kabul edilmiyordu.

Ancak, daha sonra iki şey oldu. Birincisi, Foscari'nin kitabı *Index Librorum Prohibitorum*'a (Yasak Kitaplar Listesi) alındı. Yani Katoliklerin bu kitabı okuması yasaklanıyordu. Kopernik'in kitabı da, üzerinde kilise yetkililerinden gelecek talimatlara göre düzeltmeler yapılana kadar yasaklanmıştı.

İkinci olay ise Galileo'ya yönelikti. Papa, Kardinal Bellarmine'dan Galileo'yu çağırıp Kopernik'ten vazgeçmesi için uyarıda bulunmasını istedi. Galileo bunu reddederse, bir daha asla Kopernik sistemi hakkında konuşmaması ve yazmaması emredilecekti. Bu emre de uymazsa hapis cezasına çarptırılacaktı.

Papa V. Paulus kilisenin tüm kurallarına titizlikle uyulmasını emrediyor ve Galileo'nun bilimine hiç ilgi göstermiyordu.

Ertesi gün, yani 1616 yılının 26 Şubat Cuma günü, Kardinal Bellarmino Galileo'yu ikametgâhına çağırıp uyarıyı ilettili. Enkizisyon dosyalarında bulunan bir belgeye göre, Galileo itiraz etmeden Kopernikçi görüşlerinden vazgeçmeyi kabul etti.

Ancak, Galileo'ya ikinci emrin de verildiği izlenimini uyandıran bir başka belge daha var. Yani Kopernikçi görüşlerinden vazgeçmesi ve bunları bir daha asla “sözlü ya da yazılı olarak herhangi bir şekilde öğretmemesi ve savunmaması” emri. Bu belge Kardinal Bellarmino ile yapılan toplantının tutanağı gibi görünüyor. Fakat altında, belgede yazarların gerçekleşip gerçekleşmediğini kanıtlayacak herhangi bir imza yok.

Ertesi hafta Galileo papayla uzun süren bir resmi görüşme yaptı. Bu görüşmeyle ilgili daha sonra yazdıklarında Galileo şöyle diyordu: “Papa, huzurlu ve rahat olmamı, çünkü hem Kutsal Efendimiz’in hem de tüm cemaatin bana olan hürmetlerinden dolayı, hakkımda iftira atanlara kulak asmayacaklarını ve kendisi hayatta olduğu sürece emniyette olduğumu söyleyerek beni teselli etti.”

Galileo Mayıs ayının sonuna kadar Roma’da kaldı. Ayrılmadan önce Kardinal Bellarmino’dan imzalı bir belge aldı. Bu belgede kardinal Galileo’nun hiçbir ceza ya çarptırılmadığını belirtiyordu. Kendisi sadece Yasak Kitaplar Listesi’nde yer alan, Kopernik öğretisinin “kutsal metinlerle çeliştiği için savunulamayacağına ve inanılamayacağına” dair beyandan haberdar edilmişti. Galileo bu belgeyi de diğer önemli belgelerinin arasına koydu. Bu belgenin Kopernik sistemini varsayımsal olarak tartışılabileceği, ama doğru olduğunu iddia edemeyeceği anlamına geldiğini düşündü.

Galileo, Floransa’ya geri döndü. Sık sık çektiği romatizma ağrılarına rağmen boylam ve hareket konuların-



daki çalışmalarına kaldığı yerden devam etti. 1621’de II. Cosimo öldü ve yerine 11 yaşındaki oğlu II. Ferdinando geçti. 1627’ye kadar Toskana’yı Ferdinando’nun annesi Arşidüşes ve anneannesi Grandüşes Christine yönetti. Galileo Arşidüşes ve Grandüşesin kendisini Cosimo kadar desteklemeyeceğinden endişe ediyordu.

Sonra 1623’te Galileo’nun deyimiyle “harika bir tesa-düf” gerçekleşti. Lincean Akademisi tam Ayarcı’yı yayımlamak üzereyken yeni bir papa seçildi. Kardinal Maffeo Barberini Ağustos’ta Papa VIII. Urbanus oldu. Galileo’nun Lincean Akademisi’nden arkadaşlarının pek çoğu Barberini’nin maiyetindendi ve yeni papaya hizmet etmek için seçildiler. Ayarcı’nın papaya ithaf edilmesini sağladılar.

Papa bu kibar davranıştan çok memnun kalmıştı. Bu durum Galileo’yu ve Lincean Akademisi’nin üyelerini cesaretlendirdi; Cizvitlerin yerine kendi itibarlarının artacağını düşündüler. Kendi bilimsel felsefelerini Aristoteles’in geleneklerine tercih edip desteklemesi için Urbanus’un himayesini rica ettiler.

Galileo 1624’ün ilkbaharında yeni papaya saygılarını sunmak üzere Roma’ya gitti. Birkaç haftalık süre içinde altı kez Urbanus’un huzuruna kabul edildi. Kopernik’le ilgili yasağın kaldırılıp kaldırılamayacağını öğrenmek istedi. Urbanus 1616’da bu yasağa karşı olduğunu söylediği halde, şimdi bu yasağı kaldırmayacağını söyledi. Yine de Galileo papadan sadece Ptolemaios’un sistemiyle karşılaştırmak amacıyla Kopernik sistemi konusunda yazma izni aldı.

Papa, Galileo’dan saraylıları heyecanlandıracak bir kitap daha yazmasını bekliyordu. Fakat bu kitapta hiçbir koşulda Dünya’nın hareketinin gerçek olduğuna değinilmemeliydi. Urbanus Galileo’nun gelgit kuramından ha-

berdardı. Bunu hoş bir hayal olarak görüyordu. Ancak Galileo, Tanrı'nın istediği şekilde gelgit yaratabileceğini açıkça belirtmiydi. Hiç kimse, zayıf insan zekâsının Tanrı'nın eylemlerini anlayabileceğini zannetmemeliydi.

Galileo, papanın övgü sözleri kulaklarında çınlayarak Floransa'ya döndü. Derhal büyük bir eser hazırlamaya koyuldu. Kopernik'in varsayımının detaylarını incelemek üzere üç karakter arasında bir konuşma oluşturdu. Kopernik maskesini, Galileo'nun Floransa'daki sevgili arkadaşı Salviati takıyordu. Galileo Aristotelesçileri temsil etmesi için eskiden yaşamış bir Aristoteles yorumcusuna atfen Simplicio adında bir karakter yaratmıştı. Okuyucular haklı olarak bu karakteri akılsız biri olarak algılayabilirdi. Adını Galileo'nun Venedikli arkadaşı Sagredo'dan alan üçüncü karakter ise sağduyu sahibi insanları temsil ediyordu. 1625'ten 1630'a kadar Galileo bu kitaptan "gelgit ile ilgili konuşmalarım" diye bahsetti. Bu kitapla, gelgit olayına açıklama getirebilecek olan Dünya'nın hareketiyle ilgili hipotezlerin incelenmesi için gerekli ortamı hazırladı. Kitabını oluşturan dört bölümü, üç karakter arasında geçen sohbet günleriyle belirledi.

İlk günde, Galileo evrenin genel yapısını ve bu yapıyı anlamak için gereken deneyleri ve mantığa dayalı süreçleri ele aldı. Bu bölümde Salviati "Lincean Akademili dostumuzun" yani Galileo'nun çeşitli keşiflerini anlatıyordu. Kitabın tamamında Salviati pek çok Aristotelesçi savı eleştiriyor ve bunlarla alay ediyordu. Nitekim kitapta Ptolemaios'tan çok Aristoteles'e değinilmiştir.

İkinci günde, Galileo Salviati'ye Dünya'nın kendi eksenini etrafında dönüp dönmediğine karar vermemizi sağlayacak hiçbir doğrudan kanıt bulunamadığını söylüyordu. Yeryüzünde hareket eden cisimlerle ilgili yaptığı



Galileo Konuşmalar'da hayali üç karakter arasında doğa felsefesinin ilkeleri üzerine bir sohbet yarattı. Kitabın iç kapak resminde görülen karakterlerin biri bir sorgucuyu, ikincisi bir Aristotelesçi, üçüncüsü ise bir Kopernikçi temsil ediyor.

gımız tüm gözlemlerin, her iki durumda da aynı olacağını iddia ediyordu.

Üçüncü günde, Galileo gökbilimsel olgular üzerinde duruyordu. Kopernik sisteminin en az Ptolemaios'un ki kadar akla yakın olduğunu gösteriyordu. Hatta Kopernik sisteminin daha basit olduğunu ve kolay anlaşıldığını gösterir gibiydi.

Galileo ayrıca Güneş'in yüzeyindeki lekelerin izlediği yolları kullanarak, Güneş'in dönme ekseninin Dün-

ya'nın yörünge düzlemine göre eğik olduğunu gösterdi. Böylece, Dünya'nın hareket ettiğini düşünmenin sistemi daha da basitleştirdiğini göstermek için bir neden daha oluyordu. Bu noktaya kadar Galileo Dünya'nın hareket ettiğine karşı iddiaların hiçbirinin mutlak olarak kanıtlanamayacağını göstermişti. Böylece dördüncü günü tümüyle gelgit olayının açıklamasına ayırdı. Dünya kendi eksenini etrafında günde bir devir ve Güneş'in etrafında da yılda bir devir tamamlıyorsa, bu hareketlerin birleşimi Dünya'yı sarsıp okyanuslarda ve denizlerde gelgitlerin oluşmasına yol açabilirdi.

1630'da Galileo kitabının elyazmasını kilise yetkililerince onaylanması için Roma'ya götürdü. Baş sansürcü kitabı okudu ve belirli değişikliklerin yapılması koşuluyla geçici bir onay verdi. Sansürcü özellikle, papanın gelgit olayının kitabın başlığında yer almasına kesinlikle izin vermediğini söyledi. Sonuç olarak, Galileo kitaba sadece *Dialogo* (Konuşmalar) başlığını koymakla yetindi. Başlığın altında ise şu ifade yer alıyordu: "Yazar: Galileo Galilei, Lincean Akademisi Üyesi; Piza Üniversitesi'nin seçkin Matematikçisi ve Yüce Majesteleri Toskana Grandükünün Felsefecisi ve Baş Matematikçisi." Buna, kitabın içeriğinin dağınık bir tarifini ekledi: "İki Büyük Yer Sistemi, Ptolemaios ve Kopernik Sistemleri Üzerine". Kimileri çok geçmeden bu kısmı kitabın başlığının bir bölümü olarak kabul etti.

Sansürcünün endişelerine istinaden Galileo kitabın yapısında çok ince, ustaca değişiklikler yaptı. Başlangıçta kitabının tek bir sav üzerine yoğunlaşmasını amaçlamıştı; eğer Dünya'nın aynı anda iki hareketi varsa, bu hareketler gelgitlere yol açabilirdi. Gelgit olayını vurgulamaktan kaçınmak için kitabın başlangıçta niyetlendiği biçimini değiştirdi. Artık, sanki Kopernikçi görüşe kar-



şı tüm itirazları çürütmeye çalışıyor ve gelgit kuramını Dünya'nın hareket ettiğine dair sağlam bir kanıt olarak kullanıyor gibi görünüyordu.

Lincean Akademisi kitabı Roma'da yayımlayacaktı; sansür kitabın son halini baskıya girmeden önce sayfa sayfa onaylayacaktı. Galileo son düzeltmeleri tamamlamak üzere Floransa'ya döndü. Derken Ağustos 1630'da Prens Cesi öldü. Lincean Akademisi'nin tüm sermayesini Prens Cesi temin ettiği için, artık Akademi Galileo'nun Konuşmalar'ının yayım masraflarını karşılayabilecek durumda değildi.

Bir de o sıralarda hıyarcıklı veba salgını İtalya'nın kuzeyini kasıp kavuruyordu. Salgının güneye doğru yayılmasını önlemeye çalışan yetkililer sınırlara gümrük kontrolleri kurdu. Yolcuların yanlarındaki bütün eşyalar gazla dezenfekte ediliyordu. Tek tek her sayfasının duman tüten bir ateşin üzerinden geçirileceği düşünceyle Galileo kitabını Roma'ya yollamak konusunda tereddüde düştü. Artık papalık matematikçisi olarak Roma'da bulunan Castelli düşmanlarının halen faal olduğunu belirterek Galileo'yu uyarmıştı. Konuşmalar'ın Roma'da yayımlanmasını engellemek isteyebilirlerdi. Galileo kitabını Floransa'da yayımlamaya karar verdi.

Bunun için Romalı sansürcüden izin aldı. Ancak kitabın Floransa'daki yetkililerce de gözden geçirilmesi gerekecekti. Sansürcü kitaba dahil edilmek üzere iki de bölüm gönderecekti. Bunlar önsöz ve kapanış cümleleriydi. Sansürcü gelgit konusunun daha önemsiz görünmesini sağlamak için önsözde düzeltmeler yapmıştı. Kapanış da, papanın Tanrı'nın gücünün insan zihniyle sınırlanamayacağına dair beyanını içeriyordu.

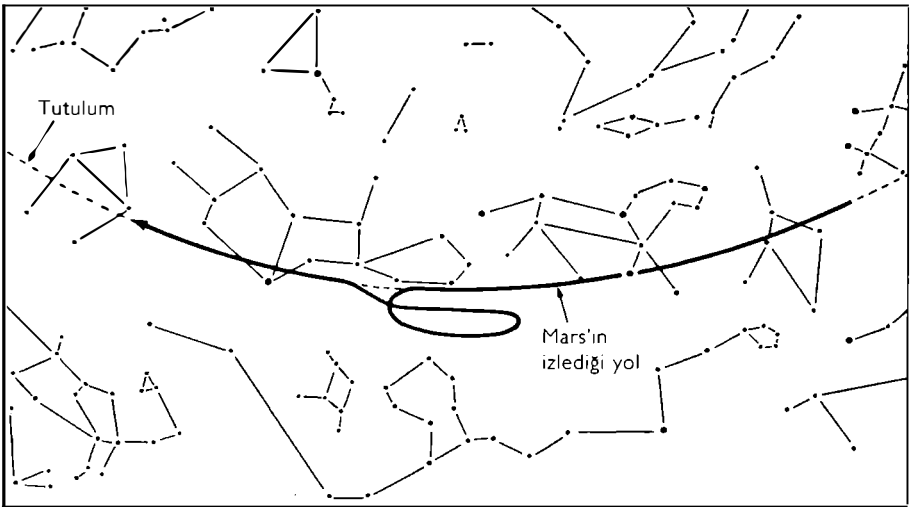
Bu değişiklikler yapıldıktan sonra Galileo Ağustos 1631'de kitabı Floransa'daki matbaacıya gönderdi. Şu-

KOPERNİK PTOLEMAİOS'U NASIL BASİTLEŞTİRDİ

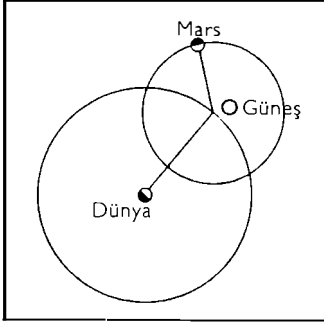
Kopernik'in gezegenler sisteminin, gezegenlerin kendilerine özgü bir hareketini açıklamak açısından Ptolemaios sisteminden bir üstünlüğü vardır. Yaklaşık yılda bir kez Mars, Jüpiter ve Satürn yıldızlardan oluşan bir fonun önünde halkalı bir yol izler. Alttaki şekilde Mars'ın izlediği böyle bir yol görülebilir. Kalın çizgi Mars'ın 3 Eylül 1996 ile 18 Eylül 1997 arasında izlediği yolu göstermektedir. 1997 yılının 10 Şubat'ıyla 30 Haziran'ı arasında Mars durmuş, aksi yöne doğru hareket etmiş, tekrar durmuş ve sonra yine ileri doğru hareketine devam etmiş gibi görünür.

Kendi Dünya merkezli sistemiyle bu halkalı hareketin uyuşması için Ptolemaios'un özel bir koşul koyması gerekiyordu. Bunun için Mars'ı, merkezi Dünya'nın çevresinde dönen bir çemberin üzerine yerleştirdi. Bir diğer gökbilimci Tycho Brahe ise küçük çemberin merkezini Güneş olarak tanımlamıştı.

Kopernik Dünya'yı Güneş'in yörüngesinde dönen bir gezegen olarak tanımladığında, kurduğu bu yeni düzende Mars'ın halkalı hareketinin doğal olduğunu fark etti. Mars'ın bu hareketi gerçek değildir, ama öyleymiş gibi görünür. Öyle görünmesinin sebebi Dünya'nın Güneş çevresinde Mars'tan daha hızlı dönüyor olmasıdır. Yörüngesi Güneş'e daha yakın olan Dünya, Mars'a yetişir, onu geçer ve geride bırakır.



Mars (ya da Jüpiter veya Satürn) geceyarısı gökyüzündeki en yüksek noktaya eriştiğinde, Güneş Dünya'nın diğer tarafında, tam onun karşısındadır. Böyle zamanlarda Mars, yıldızlara göre normal hareketinin tam tersi yönde hareket ediyor gibi görünür. Sonra normal hareketine geri dönünce de bir halka çizmiş gibi görünür.

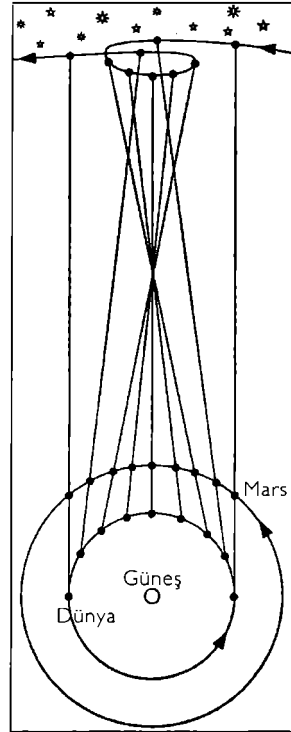


Galileo tüm bunları Konuşmalar adlı eserindeki bir paragrafta ustaca tarif etmiştir. Salviati, Simplicio'ya şunları anlatır:

Bir gezegenin görünüşteki hareketine ne demeli? Üstelik o kadar düzensiz bir hareket ki, bir hızlı bir yavaş, fakat bazen de tamamen duruyor ve hatta epey geri bile gidiyor. Bunları açıklayabilmek için Ptolemaios geniş il-

mekler önermiştir ve bunları gezegenlere birer birer uyarlamıştır. Ptolemaios, aslında Dünya'nın tek ve çok basit bir hareketiyle açıklanabilecek birbirine uymayan aykırı hareketlerle ilgili de birtakım kurallar koymuştur. Her bir gezegenin, biri diğerinin üstünde olmak üzere, belirli yörüngelerinin olduğu Ptolemaios sisteminde, Güneş'in üstünde olan Mars'ın çoğunlukla Dünya'ya Güneş'in olduğundan daha yakın olduğunu ve kısa süre sonra ölçülemeyecek kadar yukarısına çıktığını söylememiz gerekmesi, son derece saçma değil mi Simplicio? Bu ve bunun gibi başka kuraldışılıklar Dünya'nın tek ve basit bir hareketiyle gideriliverir.

Bundan sonra Salviati, sağdaki şekilde gösterildiği gibi Kopernik'in bir gezegenin halkalı hareketiyle ilgili açıklamasını anlatarak sözlerini sürdürür.



DIALOGO

D I
GALILEO GALILEI LINCEO
MATEMATICO SOPRAORDINARIO

DELLO STUDIO DI PISA.

E Filosofo, e Matematico primario del

SERENISSIMO

GR.DVCA DI TOSCANA.

Due ne i congressi di quattro giornate si discorre
sopra i due

MASSIMI SISTEMI DEL MONDO
TOLEMAICO, E COPERNICANO;

*Proponendo indeterminatamente le ragioni Filosofiche, e Naturali
tanto per l'una, quanto per l'altra parte.*



CON PRI

VILEGI.

IN FIRENZA, Per Gio:Barista Landini MDCXXXII.

CON LICENZA DE' SUPERIORI.

bat 1632'de kitaptan bin adet basıldı. Beklendiği gibi Konuşmalar Galileo'nun arkadaşlarını heyecanlandırmış, düşmanlarını ise dehşete düşürmüştü. Fakat hiç beklenmedik bir şekilde Papa Urbanus taraf değiştirdi. Öncele-ri Galileo'nun koruyucusu olan başpiskopos 1632 Eylül'üne gelindiğinde amansız bir düşmana dönüşmüştü.

Ne olmuştu? Hiç kimse bu sorunun cevabını kesin olarak bilemiyor. Tarihçiler papanın bu yüz seksen derecelik dönüşü üzerine hâlâ tahmin yürütüyor. Muhtemelen papanın Galileo hakkında-

Galileo'nun 1632'de yayımlanan Konuşmalar'ı Kopernik'in görüşlerinin yayılmasına karşı 1616'da konan yasağı ihlal ediyor gibi görüldüğü için Katolik Kilisesinin liderlerini öfkeliyordu.

ki fikrini değiştirmesine değişik olayların bir araya gelmesi sebep olmuştur.

Almanya'daki din savaşlarının o aşamasında papa İspanya'ya ve Prag'daki imparatora karşı Fransa'nın ve İsveç'in tarafını tuttu. İsveç Protestan olduğu için İspanyol kardinaler papanın bu politikasını eleştirdi. Papanın personelinden ve Galileo'nun da yakın arkadaşı olan biri İspanyolları destekliyor gibiydi. VIII. Urbanus çevresinin düşmanlarla sarılı olduğunu ve görevini kötüye kullanmakla suçlanabileceğini hissetti.

Prens Cesi'nin 1630'daki ölümü Lincean Akademisi'nde düzensizliğe yol açtı. Yürüttükleri Cizvit karşıtı kampanya kesintiye uğradı. Cizvitler de nüfuzlarını yeniden artırmak için bu durumdan faydalandı. Dünya'nın hareket ettiği düşüncesini destekleyen Konuşmalar'ın Protestanlara destek sağladığını ileri sürdüler.



Christoph Scheiner adında bir Cizvit, Konuşmalar'a karşı özel bir kin besliyordu. Doğru olmamasına karşın, Galileo'nun kendisinden güneş lekeleriyle ilgili bilgi çalıştığını iddia ediyordu.

Sonunda, papanın Tanrı'nın gücüyle ilgili cümlesi, Konuşmalar'a Simplicio'nun ağzından girdi. Birisi Urbanus'un kulağına Galileo'nun böyle yaparak kendisiyle alay ettiğini fısıldadı. Ağustos ayının ortasında papa, Konuşmalar'ın yasaklanmasının gerekip gerekmediğini araştırmak için özel bir komite kurulmasını emretti. Bir ay sonra komite Enkizisyon'a Galileo'nun ifade vermek üzere çağrılması gerektiğini bildirdi.

Komite yaptığı araştırmalar sırasında Galileo'nun dosyasında, bir daha asla Dünya'nın hareket ettiğini dile getirmemesinin emredildiği toplantı tutanağını bulmuştu. Buradan hareketle, emre itaatsizlikten yargılanması gerektiği ileri sürüldü. Başında papa olan Enkizisyon, Galileo'nun Roma'ya gelmesini emretti. Galileo rahatsızlığından dolayı yolculuğu birkaç ay erteledi. Sonunda papa bu çağrıya derhal uymasını emretti. Yoksa asker gönderip Galileo'yu zincire vurdurarak Roma'ya getirtenekti.

Galileo 20 Ocak 1633'te Floransa'dan ayrıldı. Yarıyolda iki haftalık bir karantinadan sonra 13 Şubat'ta Roma'ya vardı. Papa hiç değilse onu hapsedtirmemiş ve Toskana sefaretinde kalmasına izin vermişti. Papa, Toskana Grandüküne Galileo'dan daha fazla saygı duymuş olmalı.

Enkizisyon iki ay boyunca harekete geçmedi. Muhtemelen Galileo'nun bir süre endişelenmesini istiyorlardı. Derken 12 Nisan Salı günü Enkizisyon Galileo'yu götürdü. Aynı gün sorgulandı. İlk sorgulamada Galileo'nun Konuşmalar'la ilgili suçlamaları yanıtlamak için

Roma'ya çağrıldığı anlaşıldı. Sonra sorgucular bombayı patlattı:

Roma'da 1616'da, şahitlerin huzurunda kendisine Kopernikçi görüşü hiçbir şekilde desteklememesi, savunmaması ve öğretmemesi yönünde emir verildiğini anımsıyor muydu.

Galileo bunu anımsamıyordu:

Sayın Kardinal Bellarmino'nun bana verdiği belgeye güvendim. Belgede sözü geçen fikri desteklemeyeceğim ve savunmayacağım ifade edilmiştir. Ancak "öğretmemek" ve "hiçbir şekilde" ifadelerini ilk defa duyuyorum. Belgede bu ifadeler yer almamaktadır.

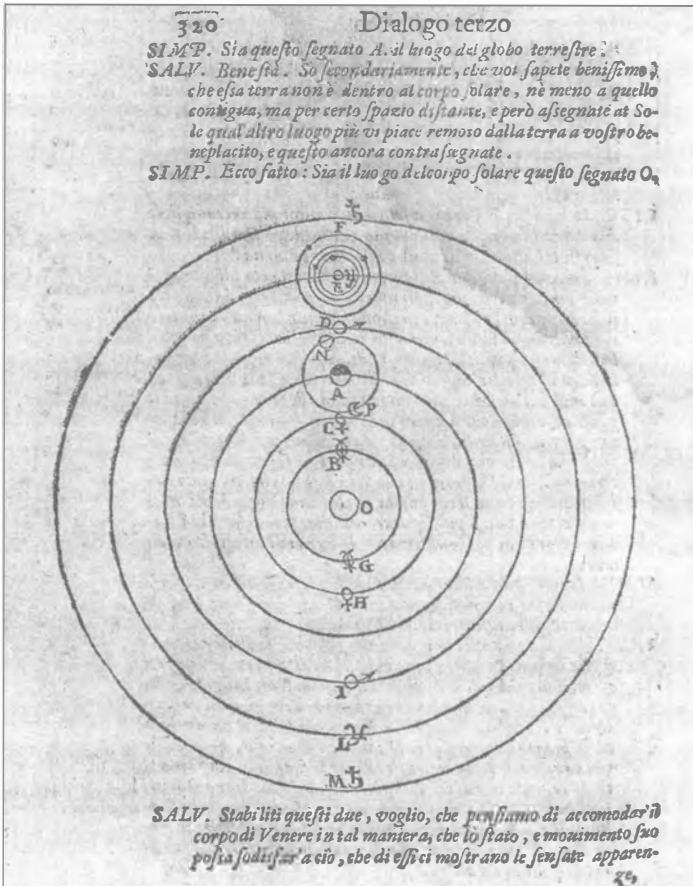
Galileo ayrıca Konuşmalar'da Dünya'nın hareket ettiği görüşünü ne desteklediğini ne de savunduğunu söyledi. Hatta "O kitapta bunun tersini, yani Kopernik'in ileri sürdüğü sebeplerin geçersiz olduğunu ve bizi bir sonuca götürmediğini gösterdim." dedi.

Enkizisyon üyelerinin hiçbiri buna inanmadı. Üç bilimciden Konuşmalar hakkında rapor istemişlerdi. Üçü de Galileo'nun Kopernik'i savunduğu konusunda hemfikir; dahası, kendisinin de bu yasaklı görüşe inandığından şüpheleniyorlardı. Enkizisyon üyeleri Kardinal Bellarmino'nun belgesini duyunca çok şaşır-mışlardı, böyle bir belgenin varlığından hiç haberleri yoktu.

Galileo, 26 Şubat 1616 tarihinde gerçekten neler olduğunu hiç anlatmadı. Anlatması da gerekmiyordu. Elinde Bellarmino tarafından usule uygun olarak imza-

lanmış, kendisine hiçbir özel emrin verilmediğini belirten bir belge vardı. Dosyadaki toplantı tutanağında anlatılan olaylar doğru olsa da, tutanak imzalı olmadığı için yasal olarak geçerli değildi. Dahası, yetkililer kontrol etmek isterlerse, Kardinal Bellarmine'nun Enkizisyon'a verdiği ve Galileo'nun kendisine yapılan uyarıyı kabul ettiğine dair raporu bulabilirlerdi.

Böylece, Kopernikçi görüşleri hiçbir şekilde öğretme emrini tehdit olarak kullanmaya niyetlenen Enkizisyoncular bunda istedikleri gibi ısrar edemediler. Onun yerine, Galileo'nun Dünya'nın hareket ettiği fikrini öğ-



Galileo'nun
Konuşmalar adlı
kitabında yer alan
bu çizim Kopernik
sistemini gösteriyor:
Güneş evrenin
merkezinde,
gezegenler de (yeni
keşfedilen uydularıyla
birlikte) onun
çevresinde dönüyor.

retme yasağına uymadığını göstermek için üç dinbilimcinin raporlarını kullandılar.

Enkizisyoncular Galileo'yu bir hapishane hücresinde değil, kendi binalarındaki küçük ve rahat bir dairede gözaltında tuttular. İlk görüşmeden iki hafta sonra Galileo'nun itiraf edebileceği bir şey bulmayı başardılar. Galileo Dünya'nın hareket ettiği fikrini niyet ettiğinden daha kuvvetle savunduğunu kabul ederek şu itirafta bulundu: "Anlamsız bir hırsla, tam bir bilmezlik içinde ve istemeyerek hata ettim."

Galileo'nun, sefir ve ve eşi tarafından ağır lanacağı Toskana sefaretine dönmesine izin verildi. On gün sonra Galileo savunmasını sundu. Kasıtlı olarak itaatsizlik etmediğini ileri sürdü. Romalı sansürcü kitabının basılmasında bir sakınca görmediğine göre, kitabının Yasak Kitaplar Listesi'ndeki kuralları ihlal etmediğini düşünmüştü.

En kötü ihtimalle Galileo iki ayrı suçtan yarı suçlu gibi görünüyordu: (1) Her ne kadar kanıt olarak sunulan belge biraz şüpheli de olsa, doğrudan verilmiş bir emre itaatsizlik, (2) Romalı sansürcü onay vermiş olsa da, Yasak Kitaplar Listesi'nin kurallarını çiğneyen bir kitap yayımlamış olmak. Günümüzde olsa Galileo kanıt yeterliliğinden her iki suçtan da aklanır ve serbest bırakılırdı. Fakat papa Galileo'nun hüküm giymesinde kararlıydı. Sanki Cizvitler bunu talep ediyordu.

Papa ve Enkizisyon kardinalleri bir ayı aşkın süreyle kararsızlık içinde oyalandı. Sonra 16 Haziran 1633 tarihinde iki yarım suçun toplam bir suç edeceğine karar verdiler: Konuşmalar'ı Yasak Kitaplar Listesi'ne aldılar ve Galileo'yu dini inançlara karşı gelmekten ikinci derecede suçlu buldular. Galileo kendini idam cezasına çarptırılmış gibi hissetti.



Galileo, yaşamının sonraki yılını bir arkadaşına yazdığı mektupta özetledi. Mektupta, duruşmadan sonra yeniden Toskana sefaretine gönderildiğini anlatıyordu. Sonra Enkizisyon yakın arkadaşı başpiskopos Ascanio Piccolomini'nin misafiri olarak Siena'da beş ay kalmasına izin vermişti. Siena'dayken sevgili kızı Virginia'dan (Rahibe Maria Celeste) bir mektup almıştı:

Güvercinlikte gelip onları yemeni bekleyen iki güvercin var. Bahçede onları toplamanı bekleyen fasulyeler var. Kulen, uzun süren yokluğunun yasını tutuyor.

Roma'da olduğun sırada kendi kendime keşke Siena'da olsaydı diyordum. Şimdi Siena'dasın, bu kez de keşke Arcetri'de olsaydı diyorum. Fakat Tanrı'nın istediği olur.

Kibar bir insan olan başpiskopos Galileo'nun yeniden hayata dönmesini sağladı. Enkizisyona aldırış etmeyip Siena'nın önde gelen kişilerini Galileo'yu ziyaret etmeye davet etti. Bu ziyaretlerde yapılan bilimsel sohbetler Galileo'ya yeni kitabını yazma cesareti verdi.

Aralık ayında, Enkizisyon Galileo'yu evine, Floransa'nın güneyinde bulunan Arcetri'deki küçük villasına yolladı. Galileo evinin yakınındaki manastırda bulunan kızlarını düzenli olarak ziyaret ediyordu. Hem babasının yaşadığı sıkıntıların yarattığı gerilim hem de manastırın hasta odasındaki işi yüzünden Virginia'nın sağlığı kötüleşmişti. Virginia, 1634 yılının Nisan ayı başlarında şiddetli bağırsak kanamasından öldü. Aynı ayın sonlarına doğru Galileo akrabalarından birine yazdığı mektupta şöyle diyordu:

Sağlığım çok kötü. Fıtık ağrılarım eskisine göre iyice arttı. Nabzım düzensiz atıyor ve kalbimde sık sık şiddetli çarpıntılar oluyor. Derken, üzerime hüznlerin en ağırı çöküyor; hiç iştahım yok ve kendimden nefret ediyorum. Sevgili kızımın beni hep yanına çağırdığını hissediyorum.

1634 yılı sona ermeden Galileo kendini toparladı ve hayatını yeniden düzene koydu. Bir gözü artık hiç görmüyor, diğeri ise giderek zayıflıyordu. Fakat buna rağmen yeniden çalışmaya başladı. Sonraki iki yıl içinde *Discorsi e dimostrazioni mathematiche intorno a due nuove scienza attenenti alla meccanica* (Mekanikle İlgili İki Yeni Bilim Üzerine Söylevler ve Matematiksel Kanıtlar) adlı eserini tamamladı. Latince olarak yazdığı hareketle ilgili matematiksel teoremler hariç, kitabın tümünü İtalyanca yazdı.

Daha önce kullandığı üç karakterin arasında geçen konuşmalar şeklinde yazdığı İki Yeni Bilim Galileo'nun

Galileo'nun Enkizisyon'a verdiği elyazısı itirafnamenin son paragrafı. Galileo kendisine bunu yapmaması emredildiği halde Kopernik'i destekleyen bir kitap yazdığını itiraf ediyordu.

422
io eccoduro in qualche parte come ha già detto questa
scrittura con una fede aggiunta del signor ^{Em} Ferdinando
mio scritto di propria mano del med. ^{Em} Ferdinando della quale già
presentai una copia di mia mano. Del rimanente mi rimetto in
tutto, e per tutto alla solita pietà, e clemenza di vostra Maestà
et habetis in subscriptione fuit remissus ad domum sup.
Oris ^{Em} Ley Magni Ducis modo, et formatum h. b. notitia. ^{Em}
Io Galileo Galilei manu pp.

bilimsel vasiyetiydi. Şöyle di-yordu: “Artık, sınırsız ve hayranlık veren sonuçlarla dolu yeni bir düşünceye gi-den yolun kapısı açıldı; bu yeni düşünce gelecekte baş-ka yaratıcı zihinleri de hare-kete geçirecektir.”

İki Yeni Bilim’de birinci “gün”, sonraki üç gün ele alı-nacak konuları tanıtmak için kullanılmıştır. Açılıшта üç adam ölçekli maketler konu-sunu tartışılar. Küçük bir maketten yüz kat büyütüle-rek yapılan bir gemi, aynı malzemelerden yapılmış ol-ması koşuluyla, kendi ağırlı-ğı altında çökecektir. Galileo gerçek dünyada geometrinin fizikle tamamlanması gerek-tiğini vurguladı. Ölçekleme ilkesini hayvanlara da uy-guladı.

Galileo ikinci günü kirişlerin dayanıklılığı konusuna ayırdı; böylece inşaat ve makine mühendisliğinin bilim-sel temelini oluşturdu.

Üçüncü ve dördüncü günler “Lincean Akademili dos-tumuz” tarafından yazılmış, ivmelenen hareket ve fırla-tılan cisimler üzerine bir inceleme içeriyordu. Galileo bu bölümde 1602’de başladığı hareketle ilgili çalışmalarının sonuçlarını sunuyordu. Matematiksel teoremler arasına, üç karakteri arasında geçen “felsefi” tartışmalar serpiş-tirmişti.



Galileo'nun zaten kötü olan sağlığı, kızı Rahibe Marie Celeste'in Nisan 1634'te ölümüyle daha da kötüleşti ve Galileo ağır bir depresyona girdi.

ÖLÇEKLEME VE KEMİKLERİN DAYANIKLILIĞI

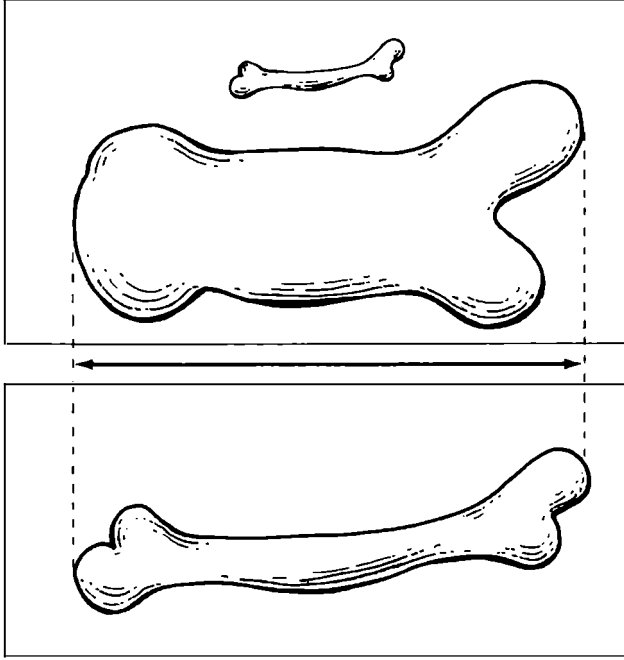
Bir köpeği ve bir atı karşılaştıralım. Eğer atın doğrusal ölçüleri (yani boyu, genişliği ve uzunluğu) köpeğin ölçülerinin üç katıysa, atın ağırlığının köpeğin ağırlığının 27 katı olması gerekir. Aşağıdaki tablo orta boy bir köpeğin ve bir atın yaklaşık görece büyüklüklerini göstermektedir.

Hayvan	Boy	Ağırlık
Köpek	46 cm	13 kg
At	137 cm	362 kg

Eğer köpeğin ölçüleri üç kat büyütülürse kemiklerinin dayanıklılığı dokuz kattan fazla artmaz. Kemikler ilk ağırlığın 27 katı bir ağırlığı taşıyamaz. Dolayısıyla eğer bir atın ayak kemiğini bir köpeğinkiyile kıyaslarsanız, atın kemiklerinin köpeğinkilerden oransal olarak çok daha kalın olduğu derhal anlaşılır.

Yandaki sayfada üstte görülen şekil, Galileo'nun İki Yeni Bilim adlı kitabının ikinci "gününde" karşımıza çıkar. Bu şekilde iki farklı hayvanın aynı işlevi gören kemikleri görülmektedir. Büyük hayvan, küçük olandan üç kat büyüktür. Daha büyük olan kemik diğerinden üç kat daha uzun, fakat oransal olarak çok daha kalındır. Çünkü büyük hayvan küçük olandan 3 kat değil, 27 kat daha ağırdır. O kadar ağırlığı taşıyabilmesi için kemiğin çok daha kalın olması gerekir. Alttaki şekilde ise daha küçük olan kemiğin boyutları geometrik olarak üç kat büyütülmüştür. Galileo'nun çizimine göre, daha büyük olan hayvanın kemiği büyütülen bu kemikten 2,6 kat daha kalındır.

Küçük hayvanlar büyük hayvanlardan orantısız olarak çok daha güçlüdür. Galileo'nun da yazdığı gibi "Küçük bir köpeğin kendisiyle aynı büyüklükte iki üç köpeği sırtında taşıyabileceğini düşünüyorum. Ama bir atın, kendisiyle aynı büyüklükte tek bir atı bile taşıyabileceğinden şüpheliyim." Bir böcek kendi büyüklüğünün yüzlerce katı bir mesafeden düşerse hiç zarar görmez. Ancak bir



Üstteki şekilde iki farklı hayvanın aynı işlevi gören birer kemiği görülüyor.
 Altteki şekilde de küçük kemiğin, uzunluğu büyük kemiğin uzunluğu kadar büyütüldüğünde,
 daha ağır olan hayvanın kemiğinden çok daha ince olacağı gösteriliyor.

insan kendi boyunun iki katından daha büyük bir mesafeden düşerse zarar görür. Buradan sinema filmlerine konu olan pek çok canavarın fiziksel anlamda gerçek olmasının olanaksız olduğunu anlayabilirsiniz. Bir böcek, bacaklarının orantısal kalınlığı inanılmaz derecede artırılmadan bir insan kadar büyük olamaz. Sinema yapımcıları canlıları geometrik olarak, fotoğrafik büyütme tekniğiyle büyütür. Aslında gereken fiziksel dayanıklılığı göz önünde bulundurmamak zorunda değildiler.

Bilindiği kadarıyla, Galileo ölçekleme konusunda görüşlerini yazılı olarak anlatan ilk kişidir.

Enkizisyon yasağı yüzünden Galileo kitabını İtalya'da yayımlatamazdı. Almanya'daki bir arkadaşı kitabı basmaya gönüllü bir hami buldu. Fakat bu kişinin ani ölümüyle kitabın basılması işi de kaldı. Galileo sonunda bu işi üstlenecek Hollandalı bir yayımcı buldu. Kitap 1638 yazında yayımlandı.

Kitabının bir kopyası Arcetri'ye ulaştığında Galileo kitabını göremedi. Paris'teki arkadaşı Elia Diodati'ye Ocak 1638'de şöyle yazmıştı: "Heyhat! Sayın beyefen-

DISCORSI E DIMOSTRAZIONI

MATEMATICHE,

intorno à due nuove scienze

Attenenti alla

MECANICA & i MOVIMENTI LOCALI,

del Signor

GALILEO GALILEI LINCEO,

Filosofo e Matematico primario del Serenissimo
Grand Duca di Toscana.

Con una Appendice del centro di gravità d'alcuni Solidi.



IN LEIDA,

Appresso gli Elsevirii. M. D. C. XXXVIII.

Galileo'nun son eseri İki Yeni Bilim 1638'de Hollandalı bir yayımcı tarafından basılmıştı. Enkizisyon'la yaşadığı sorunlar nedeniyle Galileo İtalya'da kitabını basmak isteyen bir yayımcı bulamamıştı.



di, sadık dostunuz ve hizmetkârınız Galileo, bir aydır tam ve devasız bir körlük içinde bulunuyor. Önceleri kabul edilen sınırların ötesine yüzlerce hatta binlerce kat büyüttüğüm bu gökyüzü, bu yeryüzü, bu evren, artık benim için kendi benliğimin işgal ettiği bu daracık alan kadar küçük.”

Vincenzo Viviani adında bir genç Galileo’nun sekreterliğini yapıyordu. 1638’den 1641’e kadar Galileo arkadaşlarıyla olduğu kadar muhalifleriyle de yazışmaya devam etti. Viviani ona hem okuyor hem de mektuplarını yazıyordu. Birkaç yıl sonra grandükün matematikçisi görevine atandı. Ayrıca Galileo’nun kısa bir biyografisini yazdı.

1641 yılının sonbaharında Galileo, kalbindeki çarpıntılar ve şiddetli böbrek ağrılarıyla yatağa mahkûm oldu. Ateşi çıkıyor, geceleri uyuyamıyordu; artık sonunun yaklaştığını anlamıştı. “Nemin bir arada tuttuğu ışık” olarak adlandırdığı şarabın kendisine yasaklanmasından büyük üzüntü duyuyordu.

Galileo 1642 yılının 8 Ocak gecesi öldü. Grandük, Galileo’nun cenaze töreninde bir konuşma yapmak ve mermer bir anıt yaptırmak için izin istedi. VIII. Urbanus bu isteklerin ikisini de reddetti.

Galileo’nun naaşı, Floransa’daki Santa Croce Kilisesi’nin arkasındaki ibadethanenin küçük bir yeraltı odasında gösterişsiz bir törenle toprağa verildi. Enkizisyon ancak 1737’de naaşının kilisenin ana bölümüne aktarılmasına izin verdi. Galileo’nun naaşı, 1703’te ölen Viviani’den kalan mirasla yapılan bronz ve mermer bir anıtmezaraya yerleştirildi. Vasiyetine uyularak Viviani de efendisinin yanına gömüldü.

Tarih Boyunca Galileo

1600'lü yıllarda fizik bilimi önemli birçok değişikliğe uğradı. Yüzyılın başlarında fizik üniversitelerdeki doğa filozoflarının alanıydı. Yüzyılın sonuna gelindiğinde ise bilimsel derneklerin deneycilerine aitti. Arada geçen sürede saray matematikçileri keşiflerini hamilerine armağan olarak sundular. Bu geçiş döneminde Galileo'nun önemli bir rolü olmuştur. Fiziği geleneklerin ağır yükünden kurtarmıştır. Aynı zamanda, hareketle ilgili çalışmalarını felsefeden alıp matematikçilere vermiştir.

Galileo meslek hayatına Piza Üniversitesi'nde mütevazı bir matematikçi olarak başlamıştı. Felsefe alanında, meslektaşı Francesco Buonamici 1000 sayfayı aşkın devasa bir kitapta hareketin nedenlerine ilişkin tüm olasılıkların bir analizini yapmıştı. 1591'de yayımlanan Hareket Üzerine adlı eser fizik üzerine son söz olmuştu. Buna karşılık Galileo'nun 1638'de yayımlanan İki Yeni Bilim adlı eserinde hareketle ilgili "günler" yalnızca 130 sayfa tutmuştu.

Galileo'nun üniversitedeki statüsü, filozofların söylediğinin tersini söyleyemeyeceği kadar düşüktü. 1610 yı-



*Galileo'nun çalışmalarının 1656 yılında yapılan bir toplu basımının iç kapak resmi.
Galileo bir eliyle etrafında gezegenlerin döndüğü Güneş'i işaret ederken
teleskopunu da esin perileri Musalara sunuyor.*

linda teleskopuyla tesadüfen yaptığı gözlemler sayesinde kendini Floransalı II. Cosimo'nun maiyetine kabul ettirdi. Jüpiter'in uydularına Medici ailesinin adını verdi ve kitaplarının pek çoğunu grandüklere ithaf etti. Artistokrat çevreler yeniliklere üniversitelerin verdiğinden farklı bir değer veriyordu. Galileo Toskana sarayını onurlandırıyor ve saray halkını çeşitli bilimsel tartışmalarla eğlendiriyordu. Her ne kadar prensler bu tartışmalarda hakemlik etmese de, diğer saray mensupları gibi Galileo da hamilerinin hoşuna gidecek konuları seçiyordu.

Daha sonraları VIII. Urbanus Galileo'yu himayesine aldı, önce ona paye verdi ama sonra yalnız bıraktı. Galileo'nun çektiği sıkıntılar, diğer bilim adamlarının saray himayesine girmek konusunda dikkatli davranmasına yol açtı. Zamanla, bilimsel alanda başarılı olmanın garantisi saray mensuplarını memnun etmek değil, itiraz götürmez deneysel sonuçlar üretmek oldu.

1660'lı yıllarda önemli iki bilimsel dernek kuruldu. Yeni bilimsel felsefenin İngiltere'deki öncüleri, Kral II. Charles'tan Londra Kraliyet Derneği'ni kurmak için berat aldı. Bilim adamı olmayan soylular üyeliğe kabul edildiği halde, bilim adamları kendilerini saraylı hamilerin müşterileri olarak değil, bir kuruluşun üyeleri olarak görüyordu. Çoğu amatör olan bu bilim adamları çoğunlukla hekimler ve din adamlarıydı. Ancak bilimsel deneylerin sonuçlarını gerçek olarak kabul ediyorlardı. Bu bilimsel deneyleri de düzenli bir yayınlı duyuruyorlardı. *Philosophical Transactions* 1664 yılında aylık olarak yayımlanmaya başladı. Bilimdeki yeni keşifleri duyurmanın başlıca yolu olan kişisel mektupların yerini zamanla bu tür düzenli yayınlar aldı.

Fransa'da XIV. Louis on beş maaşlı üyesi olan Bilimler Akademisi'ni kurdu. Fransız hükümeti zaman zaman



akademisyenlere danışsa da, Akademi kendisini kendi kurallarını kendi belirleyen bir tüzel kişilik olarak görüyordu. Onlar da bulgularını düzenli bir yayın aracılığıyla duyuruyordu.

Böylece 17. yüzyıl süresince bilimsel etkinliğin merkezi yavaş yavaş üniversite gelenekçiliğinden, saray himayesine ve oradan da kendi kendini yöneten bilimsel derneklere doğru ilerledi. Bir saray matematikçisi ve filozofu olarak Galileo bu zincirin temel halkalarından biri oldu.

Bilimsel alandaki çalışmalar daha Galileo hayatayken hız kazanmıştı. Gökbilim alanında en önemli katkı Johannes Kepler'den geldi. Meslek hayatının büyük bölümünde Kepler Prag'daki Kutsal Roma İmparatoru için çalıştı. Galileo gibi o da bir saray matematikçisiydi.

Kepler'in en büyük başarısı Mars'ın yörüngesini neredeyse tam bir kesinlikle belirlemektir. Kopernikçi gezegen sistemini doğru kabul ederek, Kepler Mars'ın yörüngesinin eliptik olduğunu ve Güneş'in de bu elipsin odak noktalarından birinde yer aldığını buldu. Kepler Mars'ın yörüngesine ilişkin kitabına *Astronomia Nova* (Yeni Gökbilim) adını verdi. Ancak Kepler'in gezegenler konusunda uyguladığı fizik, Galileo'nun fiziğinden çok Aristoteles'in fiziğine benziyordu. Bununla birlikte, Kepler'in gezegenlerin hareketinin nedenlerine yönelik ilgisi, Isaac Newton'un çalışmalarıyla doruğa çıkan yeni bir akımın başlangıcı oldu.

Nasıl Kepler Galileo'nun fiziğine pek önem vermediyse, Galileo da Kepler'in gökbilimine pek önem vermemiştir. Bu iki bilim adamı birbirlerine karşı dostça duygular besliyor ve birbirlerinin çalışmalarını takdir ediyorlardı, ama çok farklı yaradılışlara sahiplerdi. Kepler gökyüzünde evrensel bir uyum ararken, Galileo

Dünya'nın hareketleri ile ilgili daha sınırlı kurallar arıyordu. Ancak her ikisi de Aristoteles'in yer ve gök arasında mutlak bir ayırım olduğuna ilişkin fikrini reddediyordu.

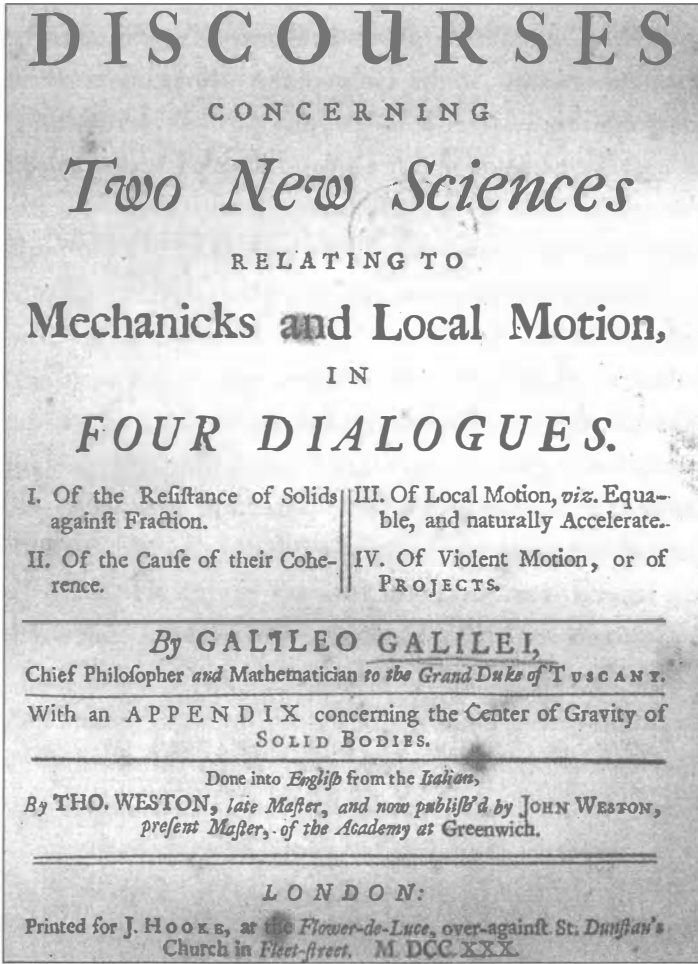
1635 yılında Galileo'nun Konuşmalar adlı eseri Latinceye tercüme edilmiş ve çok sayıda basılmıştı. Strasburg'daki basımcıdan Paris'e kitabın üç yüz nüshası gelmişti. Kitap, Paris'teki bir grup matematikçi tarafından büyük bir hevesle okundu. Bu grubun merkezinde Marin Mersenne adında Katolik bir rahip vardı. Kimi zaman Avrupa'nın bilimsel çevrelerinin postanesi olarak anılan Mersenne çok sayıda mektup yazıyordu. Karşılıklı yazıştığı pek çok kişiye sorular soruyor ve sonuçları yine mektupla duyuruyordu.

Galileo'nun eseri Mersenne'in çok ilgisini çekti. Galileo'nun daha önceden yazdığı mekanik konusundaki bilimsel incelemeyi, Fransızca'ya tercüme edilmiş olarak 1634 yılında ilk kez bastırdı. Aynı yıl, bir başka kitapta Mersenne Galileo'nun Konuşmalar'ının ilk iki gününün özetini çıkardı. Enkizisyon'un kolları Paris'e kadar uzanamamıştı.

Mersenne Galileo'nun İki Yeni Bilim adlı eserinin el yazmasını 1636 yılı sonbaharının sonlarına doğru gördü ve birkaç ay sonra bu kitaptan çok kısa bir alıntı yayımladı. Bu olay gerçekleştiğinde, Galileo'nun kitabının yayımlanmasına bir yıldan fazla zaman vardı. Daha sonra 1638 yılının Eylül ayında Mersenne İki Yeni Bilim'in tamamını özetleyen küçük bir kitap yayımladı. Böylece Mersenne, Galileo'nun fikirlerinin Avrupa'da yayılmasına katkıda bulunmuş oldu.

Mersenne'in yazıştığı kişiler arasında başta gelenlerden biri René Descartes'tı. Günümüzde Descartes matematiği ve felsefesiyle bilinir. Galileo'nun aksine cebiri

Galileo'nun İki Yeni
Bilim adlı eserinin
1730 yılına ait
İngilizce çevirisinin
başlık sayfası.
O yıllara gelindiğinde
Galileo'nun görüşleri
tüm Avrupa'ya
yayılmıştı.



hevesle benimsemiş ve analitik geometriyi de icat ederek onu zenginleştirmiştir. Bu matematiksel üslup bilim adamları arasında hızla Galileo'nun üslubunun yerine geçmiştir.

Galileo gibi, Descartes da Aristoteles'e son derece eleştirel yaklaşıyordu. Galileo'dan farklı olarak Aristoteles'in kinin yerine geçecek felsefi bir eser üretmişti. Bu eser Fransa'da ve İngiltere'de neredeyse yüzyıla yakın bir süre boyunca yaygın olarak kullanılmıştır. Descartes yenilikçiydi ancak Galileo'dan çok farklı bir tarzı oldu-

ğu açıktı. Aristoteles gibi o da her şeyi açıklayacak bir felsefe üretmek istedi. Galileo'nun ölümünden sonra, Descartes'ın eserleri 1600'lü yıllardan çok sonra doğan kişileri, kendisinden sonra gelen ikinci ve üçüncü nesilleri etkilemiştir. Bilimsel mirasını kuzeybatı Avrupa'da yaşayan bilim adamları devralmıştır.

1500'lü yıllarda ekonomik güç Akdeniz'den Atlantik kıyısına kaydı. Denizaşırı kolonileri olan ülkeler altın, baharat ve kürk gibi zenginlikleri için oraları talan etti. İspanya kısa bir dönem için büyük bir güç sahibi oldu ancak hızla gücünü kaybetti. Fransa, İngiltere ve Hollanda kısa sürede başı çekmeye başladı. Yeni ekonomik güçleri, bu ülkelerde bilimde ve diğer alanlarda yenilikleri teşvik eden bir ortam yarattı.

Galileo'nun 1633'teki mahkûmiyetinin de İtalya'daki bilimsel faaliyetleri zayıflatan bir etkisi olmuştur. Enkizisyon'un hükmünün geçtiği yerde bilim adamları kendilerini itaat etmek zorunda hissediyordu. Fransa da Katolikti, ama Fransızlar kendi kiliselerinin efendileriydi. İngiltere ve Hollanda ise Protestandı.

Hollanda'da Christiaan Huygens Mersenne'in etkisi altında kaldı. Cisimlerin hareketlerini inceledi ve cebirsel teknikleri kullanarak sarkaçların hareketi için kesin bir formül çıkardı. Gökbilim alanında ise Satürn'ün halkalarını gösterecek kadar gelişkin teleskoplar yaptı; Galileo'nun yaptığı teleskoplar bu halkaları göstermiyordu. 1666'dan sonra Huygens Fransız Bilimler Akademisi'nin önde gelen üyelerinden biri oldu.

1600'lü yılların bilim alanındaki yıldızı hiç şüphesiz Isaac Newton'du. 1643'te İngiltere'nin kırsal kesiminde dünyaya gelen Newton, 1660'lı yıllarda Cambridge Üniversitesi'nde okudu. Matematiği keşfettiği zaman, Descartes'ın analitik geometrisini genişletmeye girişti. Ayır-



ca Galileo'nun Konuşmalar adlı eserinin İngilizce tercümesini okudu.

Newton Descartes'in geometrisini kullanarak değişen miktarları tanımlamanın yollarını bulmaya başladı. 1665 yılına gelindiğinde, miktarlardaki değişim hızını ifade etmenin kurallarını içeren diferansiyel ve integral hesabı geliştiriyordu. 1666'da Newton bu kuralları Ay'ın Dünya'ya doğru ivmelenen hareketine ve bir elmanın Dünya'ya doğru ivmelenen hareketine uyguladı. Bu ivmeli hareketlerin Dünya'dan yayılan bir kuvvetten kaynaklanıyor olabileceğini düşünüyordu. Newton bu kuvvetin iki cismin arasındaki uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak azalacağını tahmin etti. Örneğin, mesafe 5 kat arttığında bu kuvvet $1/25$ oranında azalmalıydı.

Newton gökbilim bilgilerinden Ay'ın Dünya'ya uzaklığının Dünya'nın yarıçapının yaklaşık 60 katı olduğunu biliyordu. Kuramsal olarak Ay'ın kuvveti ve ivmesi elmanınkinin $1/3600$ katı olmalıydı. Ancak Newton, bildiği sayıları kullandığı zaman (elmanın ivmelenmesi için Konuşmalar'dan çıkardığı bir değer dahil) hesapladığı sonuç $1/4300$ idi. Bu sonucun kuramsal sonuçtan çok farklı olduğunu görünce bu sonucu bir kenara bıraktı. Yirmi yıl sonra, daha iyi veriler kullanarak $1/3600$ sonucunu elde etti.

Aynı dönemde Newton da Huygens'den bağımsız olarak sarkaç kuralını buldu. 1669'da Cambridge Üniversitesi'nde matematik profesörü oldu. Sonraki 15 yıl optik ve hareket konularında çalıştı. Galileo'nun ve Huygens'in teleskoplarıyla karşılaştırılınca dev bir ilerleme sayılabilecek ilk aynalı teleskopu yaptı.

Hareket çalışmaları sırasında, Newton zamanla ilgisi ni göklerdeki hareketlere çevirdi. Galileo'nun kurallarında yaptığı matematiksel iyileştirmeleri Kepler'in elip-

tik yörüngelerine uyguladı. Ani bir kavrayışla, gezegenlerin Güneş'in çevresindeki eliptik yörüngelerinin, gezegenler ve Güneş arasındaki bir kuvvetten kaynaklanıyor olabileceğini ve bu kuvvetin Güneş'le gezegen arasındaki uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak değişeceğini fark etti.

Güneş ve gezegen arasındaki kuvvetle, Dünya ve elma/Ay arasındaki kuvvet aynı kuralı izlediğine göre, acaba bu iki kuvvet aynı olabilir miydi. Newton öyle olduğuna karar verdi ve evrensel kütleçekimi yasası fikrini ortaya koydu.

Newton'un çalışmaları Galileo'nunkileri tamamlayıcı nitelikteydi. Örneğin, Newton kuyrukluysıldızların yörüngelerinin ya uzun ve dar elipsler olduğunu ya da parabolik olduğunu göstermiştir. Her iki durumda da, bu yörüngeler kütleçekiminin uzaklığın karesiyle ters orantılı olması yasasına uyuyordu. Newton okyanuslardaki gelgitlerin de aynı kuvvetten kaynaklandığını ileri sürmüştür. Gelgitler Ay'ın ve Güneş'in Dünya'nın karşılıklı iki yüzündeki sular üzerindeki farklı kütleçekim kuvvetleri nedeniyle oluşmaktadır. Galileo'nun gelgitlerle ilgili kuramı doğru değildi.

Bununla birlikte, Galileo'nun çalışmalarının kendinden sonra gelenler için önemli bir temel oluşturduğu da bir gerçektir. Teleskopla yaptığı keşiflerin de ötesinde, deneysel ölçümü fizik biliminin can damarı haline getirmiştir. Sahip olduğu matematiksel sezgi sayesinde fizik bilimini, anlaşılması güç felsefenin alanından çıkarıp gerçek bilim alanına taşımıştır.

350 yıl boyunca Galileo'nun adı güçlü toplumsal tepkiler de uyandırmıştır. Ölümünden sonraki ilk yüzyılda Galileo, felsefe ve dinin gücüne, Aristoteles geleneğine ve Katolik Cizvitlerin militanlığına karşı bilimde öz-



gürlük için verilen mücadelenin sembolü haline gelmiştir.

Bu süreç neredeyse daha Galileo'nun bedeni mezarında soğumadan başlamıştı. İngiltere'de şair John Milton devletin uyguladığı sansürden şikâyetçi oldu. 1644'te Enkizisyon'un zulmüne maruz kalan Avrupa ülkelerine yaptığı ziyaretleri anlattı. Milton *Areopagitica* adlı demesinde, İtalya'dayken "gökbilim konusunda Fransiskanlar ve Dominikanlardan farklı düşündüğü için Enkizisyon'un tutsak aldığı, artık yaşlanmış meşhur Galileo'yu" bulup ziyaret ettiğini anlatır.

Milton Galileo'yu dinsel düşünce polislerinin tüm kurbanlarının sembolü haline getirmişti, çünkü İngiliz yazarların benzer davranışlara maruz kalmasını önlemek istiyordu. İngiltere'de iç savaşın sürdüğü o dönemde düşünceye uygulanan katı sansürün azalmasına Milton'un gerçekten de katkısı olmuştur.

Fransa'da da Blaise Pascal ve Voltaire gibi parlak yazarlar din ve düşünce özgürlüğü için verdikleri mücadelede Galileo'nun adını kullandılar. 1650'li yıllarda Pascal Cizvitlere yönelik açık bir mektup yayımladı. Bu mektupta şöyle yazıyordu:

Dünya'nın hareket ettiğine dair görüşünden dolayı Galileo'yu suçlu ilan eden fermanı Roma'dan boş yere çıkarttınız. Dünya'nın olduğu yerde durduğunu ispatlamak için bundan daha fazlası gerekecektir. Dünya'nın döndüğünü kanıtlayan tutarlı gözlemler varsa, dünyadaki tüm insanlar bir araya gelse de Dünya'nın dönüşünü ve hatta kendilerinin de Dünya'yla birlikte dönüşünü engelleyemezler.

Bundan yüz yıl sonra ise Voltaire şunları yazmıştır:

Enkizisyon'un yedi kardinali Dünya'nın hareket ettiği kuramının hem dinsel inançlara aykırı hem de saçma olduğunu ilan edince ve 70 yaşındaki büyük Galileo haklı olduğu halde af dilemek zorunda kalınca, artık dünyada gerçeğin kabul görmesi ihtimali çok azalmıştı.

Bu yazarların üçü de Galileo'nun durumunu kendi amaçları doğrultusunda çarpıtmıştır. Milton konuyu öncelikli olarak bir sansür davası haline getirmiştir. Pascal Cizvitleri suçlamıştır, ki bu ancak kısmen doğru sayılabilecek bir suçlamadır. Voltaire ise herkesin Galileo'nun haklı olduğunu bildiği varsayımıyla meseleyi olduğundan daha basit göstermiştir. Ancak 1633 yılında Dünya'nın hareketine ilişkin kanıtlar yeterince sağlam değildi. Galileo haklıydı, ama suçlu bulunmasının sebebi bu değildi. Onun hüküm giymesinin asıl sebebi itaatsiz olmasıydı.

1600'lü ve 1700'lü yıllar boyunca geleneksel fikirler baskındı. Kilise yetkilileri hâlâ güç sahibi oldukları için eylemlerini savunmaya gerek duymuyorlardı. Ancak daha sonraları, yeni fikirler yaygın olarak kabul görmeye başlayınca Enkizisyon'un 1616'da ve 1633'te yaptığı suçlamaların doğruluyla ilgili endişeler ortaya çıktı.

Zamanla Kilise de değişime uğradı: Konuşmalar'ın yasaklanmasından 111 yıl sonra Kilise kitabın yayımlanmasına izin verdi. Yine de kitabın önsözüne eklenen bir notta, Dünya'nın hareketinin bir varsayım olarak kabul edilmesi gerektiği vurgulanıyordu. 1820'li yıllara gelindiğinde Kilise, Dünya'nın hareketini bir gerçek olarak değerlendiren kitaplara izin vermeye başlamıştı.

Kopernik'e, Kepler'e ve Galileo'ya ait kitapları içermeyen ilk Yasak Kitaplar Listesi 1835 yılı baskısıydı.

Yine de Galileo'nun yargılanmasının yankıları yüzyıllar boyunca olduğu gibi günümüzde de devam etmektedir. Bilimin savunucularından kimileri, Katolik Kilisesi'nin Galileo'yu mahkûm ederek ciddi bir hata yaptığını söylemektedir. Kilise ise, kendi açısından bu kadar uzun zaman öncesine ait eylemlerin yükünü çekmeyi haksızlık olarak değerlendirmektedir.

1979'da Papa II. Johannes Paulus gerginliği gidermek amacıyla konuyu her yönüyle araştırmaya karar vermiştir. Bilim adamlarının bir araya geldiği bir kongrede yaptığı konuşmada, Kilisenin de artık Galileo'nun dinin ve bilimin asla birbiriyle çatışmayacak doğrular içerdiğine dair görüşüne katıldığını ilan etmiştir. Papa 1981'de Kilise'nin günümüzde Galileo hakkındaki tutumunun belirlenmesi için bir komisyon atamıştır.

Bir dizi çalışmanın ardından komisyon üyeleri 1992 yılının sonunda bulgularını rapor halinde sunmuştur. Galileo'ya verilen cezanın mutlak olmadığı ve düzeltilebileceği ifade edilmiştir. Nitekim yeni bilgilerin ışığında Kilise Dünya'nın hareketi ile ilgili 1800'lü yıllara ait tutumunu gözden geçirmiştir.

Komisyon, 1600'lü yıllarda Kilise yetkililerinin gökbilim alanındaki gerçekleri dini birer mesele haline getirmekle hata ettiğini itiraf etmiştir. Bununla birlikte, o zamanki bilgi düzeyi göz önünde bulundurulduğunda, yetkililer iyi niyetle hareket etmiştir. Tarihi açıdan de-



Galileo'nun kitapları
1835 yılına kadar
Katolik Kilisesi'nin
Yasak Kitaplar
Listesi'nde
yer almıştır.

ğerlendirildiğinde, Kilise yetkililerinin o dönemde daha farklı davranması beklenemezdi. Yargılarındaki hatalar Galileo'nun haksız yere fazlasıyla acı çekmesine yol açmıştır. Raporda "Bu hataların içtenlikle kabul edilmesi şarttır." sonucuna varılmıştır.

Fırlatılan Cisimlerin Hareketi

1608 yılında Galileo belirli bir açıyla fırlatılan bir cismin hareketinin bir dikey ve bir yatay bileşenden oluştuğunu varsayarak, böyle bir cismin izlediği yolu tanımlamanın bir yöntemini buldu. Bu konu üzerine bazı deneyler yapmış olsa da, yaptığı matematiksel analiz daha önemlidir.

Galileo fırlatılan cisimlerin, örneğin top güllerinin hareketini tanımlamıştır. İki Yeni Bilim (1638) adlı son kitabının giriş kısmında, bu konuyla ilgili nasıl düşündüğüne ilişkin iyi bir ipucu yer almaktadır:

Hareketli bir cismin, önünde herhangi bir engel olmadığını varsayarak, yatay bir düzlemde fırlatıldığını hayal ediyorum. Eğer düzlem sonsuza kadar uzanıyor olsaydı, bu cismin hızı sabit olurdu. Ancak düzlemin bir sonu varsa ve belli bir yükseklikteyse, düzlemin sonunun ötesine giden ve belirli bir ağırlığa sahip olduğunu varsay-

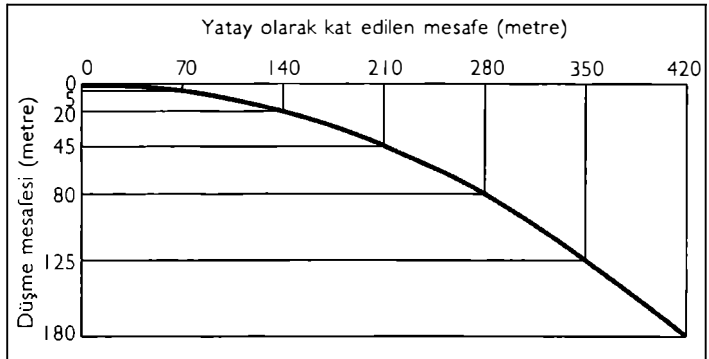
dığım cismin düzgün yatay hareketine, kendi ağırlığından kaynaklanan aşağıya doğru bir eğim eklenecektir. Bunun sonucu olarak ortaya çıkan, “projeksiyon” olarak adlandırdığım bileşik hareketin belirli bir şekli olacaktır. Yani:

Fırlatılan bir cisim sabit bir yatay hareketin ve doğal olarak aşağıya doğru ivmelenen bir hareketin bileşiminden oluşan bir hareketle yol alıyorsa, izlediği yol parabol biçimindedir.

Galileo aslında bir parabolün (örneğin bir çeşmeden hızla fışkıran suyun izlediği yol gibi eğri bir çizginin) ve ivmeli düşey hareket ile sabit yatay hareketin bileşimiyle oluşan hareketin aynı matematiksel tanıma sahip olduğunu göstermiştir.

Aşağıda bu tür bir bileşim sonucu ortaya çıkan grafik görülmektedir. Kütleçekiminin normal ivmesi yaklaşık 10 metre/saniye²'dir. Düşme mesafeleri, geçen sürenin karesiyle orantılı olarak artar. Yan sayfadaki tabloda ise 70 metre/saniyelik bir yatay hızı olan bir cismin düşme mesafeleri gösterilmektedir. Yukarıdaki çizim ise mesafe değerlerinin uzam içindeki grafiğidir.

Bir yana doğru eğimli projeksiyonların matematiği daha karmaşıktır, ancak aşağıda da gösterildiği gibi be-



Süre (sn)	Süre ² (sn ²)	Dikey mesafe (m)	Yatay mesafe (m)
0	0	0	0
1	1	5	70
2	4	20	140
3	9	45	210
4	16	80	280
5	25	125	350
6	36	180	420

lirli bir açıyla fırlatılan mermiler yine parabol biçiminde bir yol izler. Bununla birlikte, fırlatılan cisimlerin izlediği bu yollar havanın direncini ve Dünya'nın eğimini hesaba katmamaktadır. Mermiler gerçekte biraz daha farklı bir yol izler. Isaac Newton bu konuyla ilgili ayrıntıları 1680'li yıllarda çözmüştür.

Hareketlerin Ölçülmesi

Galileo, hafifçe meyilli bir düzlemden aşağıya doğru yuvarlanan bir topun hız kazanışını seyretti. Çapı yaklaşık 2,5 santimetre olan top, ortasında bir oluk olan, yaklaşık 1,8 metre uzunluğundaki bir levha üzerinde yuvarlanıyordu. Galileo bir yandan düzenli bir ritim tutarken bir yandan da topun birbiri ardına ulaştığı konumları işaretliyordu. Hassas bir sistem oluşturunca, her bir eşit zaman aralığında topun aldığı mesafeyi ölçtü. Birinci mesafeyi bir birim olarak kabul etti ve sekiz eşit zaman aralığında kat edilen mesafelerin şöyle bir dizi izlediğini gördü: 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15.

Bu deneyi gerçekleştirdikten kısa bir süre sonra Galileo bu sayıların ardışık toplamalarının başlangıçtan itibaren geçen sürelerin karelerine eşit olduğunu fark etti. 1'den 8'e kadar rakamların kareleri olan toplamalar şöyleydi: 1, 4 (yani $1+3$), 9 ($1+3+5$), 16 ($1+3+5+7$), 25 ($1+3+5+7+9$), 36, 49 ve 64. Bu, topun kat ettiği mesafelerin, aradan geçen sürelerin kareleriyle orantılı olduğu anlamına geliyordu.

Bir şarkının ritimleri birbirine neredeyse tamamen eşit zaman aralıkları üretebilse de değişken zaman ara-

lıklarını ölçemez. Galileo, saniyenin yüzde biri hassaslıkta bir su saati tasarladı. İnce akan bir suyu başlatma ve kesme mekanizmalarını kurdu; sonra da akan suyu biriktirip tarttı.

Galileo suyun ağırlığını mut biriminden ölçtü. Bir mut, 1 onsun (yani 0,30 desilitrenin) 1/480'i kadardır. Kullandığı suyun akış hızı için de saniyenin yaklaşık 1/100'ü kadar olan bir zaman birimi kullandı. Kullandığı uzunluk ölçüsü birimi de 1 milimetreye çok yakındı. Galileo'nun notlarından alınan bu örneklerde, biz onun ölçümelerini saniyeye ve metreye çevirdik.

Galileo önce sallanan bir sarkaç için süre tuttu. Birbirinin tamamen aynısı iki sarkaç kullanarak her bir salınım hareketinin (ileri ve geri) aynı sürede gerçekleştiğini gösterdi. Salınım hareketinin sarkaç serbest bırakıldıktan sonra dikey konuma kadar olan kısmı, bir tam salınım hareketinin dörtte biri süresinde gerçekleşir.

Başlangıçtan itibaren süre	Birim zamandaki mesafe	Başlangıçtan itibaren mesafe
0	0	0
1	1	1
2	3	4
3	5	9
4	7	16
5	9	25
6	11	36
7	13	49
8	15	64

Galileo farklı uzunluklardaki sarkaçların salınım sürelerini ölçmek için su saatini kullandı. Birkaç tam salınım hareketinin süresini ölçüp ondan sonra çeyrek salınım hareketinin süresini hesaplamış olabilir. Su saatini dakik olarak başlatmak ve durdurmak epeyce pratik yapmayı gerektirir. Galileo 0,818 metre uzunluğundaki bir sarkaç için çeyrek salınım hareketinin süresini 0,45 saniye olarak buldu; 1,636 metre uzunluğundaki diğer bir sarkaç için ise bu süre 0,64 saniyeydi.

Uzunluğu iki kat olan bir sarkacın çeyrek salınım hareketini tamamlaması $\sqrt{2}$ kat daha fazla zaman alır. Bu, sürenin iki katına çıkması için sarkacın uzunluğunun dört kat artması gerekeceği anlamına gelmektedir. Aşağıdaki tabloda, üçüncü sıradaki sayılar ölçülerek değil hesaplanarak bulunmuştur. Uzunluk hemen üst sıradaki uzunluğun iki katıdır, süre de hemen üstteki sürenin $\sqrt{2}$ katıdır. Bu sayılar, ilkinden dört kat daha uzun olan bir sarkacın salınım hareketini tamamlamasının iki kat daha fazla zaman alacağını göstermektedir. Dördüncü sütun, sarkaçların her biri için, uzunluğu sürenin karesine bölünce her durumda hemen hemen aynı sayının elde edildiğini gösteriyor.

Sözle ifade edilecek olursa aradaki ilişki şudur: Bir sarkacın salınım hareketini tamamlama süresi uzunlu-

Sarkaç uzunluğu (m)	Çeyrek salınım hareketi için süre (saniye)	Sürenin karesi	Uzunluk / süre ²
0,818	0,45	0,205	4,03
1,636	0,64	0,410	3,99
[3,272]	[0,90]	[0,810]	[4,04]

ğunun kareköküyle orantılıdır. Bir başka deyişle, sarkaç uzunluğu sürenin karesiyle orantılıdır. Eğimli düzlemde olduğu gibi, uzunluk sürenin *karesine* oranla değişir.

Galileo bundan sonra dikey düşüşlerin sürelerini ölçme işine yöneldi. İki metreden daha uzun mesafeler için, su saatinin doğru anlarda başlatılması ve durdurulması güçleşmektedir. Mesafeleri sürelerin kareleriyle ilişkilendiren birkaç ölçüm de ortaya çıkınca, Galileo dikey düşüşü sarkaçla ilişkilendirdi. Bir sarkacın uzunluğuna eşit bir yükseklikten düşüş için, sürenin 0,900 kata çok yakın olduğunu keşfetti. ($0,900=2\sqrt{2}/\pi$. Burada π sarkacın bir dairenin yayı üzerinde sallanmasından kaynaklanmaktadır.)

Galileo'nun çalışmalarını fizik ders kitaplarında bulunan formülleri kullanarak kontrol edebilirsiniz. Uzunluğu d olan bir sarkaç için, çeyrek salınım hareketi için geçen süre olan T aşağıdaki formülden elde edilmektedir:

$$T = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{d}{g}}$$

Burada g kütleçekiminin ivmesidir, yani $9,8 \text{ m/s}^2$.

Bu formülü tabloda verilen sayılara uygulayabilirsiniz.

t süresinde d kadar dikey serbest düşüş için formül şöyledir:

$$d = \frac{g}{2} t^2$$

Bu formül süreyi mesafe cinsinden vermek üzere yeniden düzenlenebilir:

$$t = \sqrt{\frac{2d}{g}}$$

Şimdi, eğer cisim sarkacın uzunluğuna eşit bir mesafeden düşerse, o halde:

$$\frac{t}{T} = \frac{\sqrt{\frac{2d}{g}}}{\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{d}{g}}} = \frac{\sqrt{2}}{\pi/2} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}$$

Galileo notlarında bu sayıyı 850/942 kesiriyle göstermiştir. Bir hesap makinesiyle Galileo'nun bulduğu değerin modern kuramsal değerden yüzde 0,23'ten daha az bir farklılık gösterdiğini bulabilirsiniz.

Geliştirdiği ilişkilerle ilgili son bir kontrol olarak Galileo iki büyük deney yapmıştır. 9,25 metre uzunluğunda bir sarkacın dikey konuma gelmesi 1,53 saniye sürüyordu, bir cismin 45,25 metre yüksekten düşmesi de 3,05 saniye sürüyordu.

Galileo'nun sonuçlarını daima oran olarak verdiğine dikkat etmelisiniz. Cebir kullanıyor ve ilişkileri hiçbir zaman yukarıdakiler gibi formüller şeklinde ifade etmiyordu. Ama siz bu formülleri kullanarak Galileo'nun son deneylerinin modern hesaplara ne kadar uyduğunu görebilirsiniz.

Ayrıca, Galileo formüllerden çok oranları kullandığından, g için yani kütleçekimi ivmesi için hiçbir zaman kesin bir değer vermemiştir. Bu ölçümler ve hesaplamalar Galileo'nun oluşturduğu hareketle ilgili yeni bilimle elde ettiği ilk sonuçları göstermektedir.

15 Şubat 1564

Galileo Piza'da (Toskana) doğdu.

1574–1581

Floransa'da ve Vallombrosa'da eğitim gördü.

Kasım 1581

Tıp öğrenimi görmek için Piza Üniversitesi'ne kaydoldu.

1583 başları

Tıp eğitimi için alması gereken derslerinin yerine matematik çalışmaya başladı.

Mayıs 1585

Diplomasını almadan üniversiteden ayrıldı.

Kasım 1589-Mayıs 1592

Piza Üniversitesi'ne matematik profesörü olarak atandı; Aristoteles'in hareketle ilgili öğretilerine eleştirel bir yaklaşım benimsedi.

1596–1599

Topçulukla ilgili hesaplamalarda kullanılmak üzere bir oran cetveli geliştirdi.

Kasım 1602

Guidobaldo'ya uzun sarkaçlarla ilgili mektubunu yazdı.

Ekim 1604

Sarkaç yasasını ve düşen cisimlerin kat ettiği mesafenin zamanın karesiyle orantılı olduğunu buldu.

1605–1608

Düşüş hızının zamanla orantılı olduğunu ve fırlatılan cisimlerin parabolik bir yol izlediğini buldu.

Ağustos 1609

Dokuz kat büyütme gücüne sahip ilk teleskopu üretti.

Aralık 1609

Ay'ın yüzeyinin engebeli ve dağlarla kaplı olduğunu belirledi.

Ocak 1610

Jüpiter'in uydularını keşfetti.

Mart 1610

Sidereus Nuncius (Yıldızların Habercisi) Venedik'te yayımlandı.

Eylül 1610

Toskana Grandükünün hizmetine girdi ve Floransa'ya taşındı.

Nisan 1611

Roma'daki Lincean Akademisi'ne seçildi.

Haziran 1612

Suda Yüzen Nesneler Floransa'da yayımlandı.

Mayıs 1613

Güneş Lekelerinin Tarihi ve Kanıtları Roma'da yayımlandı.

Şubat 1616

Roma Enkizisyon'u tarafından Kopernikçi düşünceden vazgeçmesi için uyarıldı.

Ekim 1623

Il Saggiatore (Ayarıcı) Roma'da yayımlandı.

Nisan-Haziran 1624

Artık Papa VIII. Urbanus olan eski arkadaşını Roma'da ziyaret etti; kısa süre sonra Konuşmalar'ı yazmaya başladı.

21 Şubat 1632

Diálogo (Konuşmalar) Floransa'da yayımlandı.

22 Haziran 1633

Dinden saptığı şüphesiyle Enkizisyon tarafından cezaya çarptırıldı.

Aralık 1633

Arcetri'deki evine döndü.

Haziran 1638

İki Yeni Bilim Leyden'de (Hollanda) yayımlandı.

8 Ocak 1642

Galileo Arcetri'de öldü.

Ağırlık merkezi, 16-17

Apollo 15, 23

Aristoteles,

cisimlerin hareketiyle ilgili kuramı, 17-19, 22, 65, 66, 67
felsefesi, 5, 11-13, 38, 55, 61, 62, 94, 115

Physika (Fizik), 3

Arkhimedes, 5, 6, 16, 17-18, 68

Aziz Tommasa, Aquino'lu, 12

Barberini, Maffeo, 67, 81, 93

Bellarmino, Roberto, 87-88, 89, 91, 92, 102-103

Boscaglia, Cosimo, 85

Boylam, 74-75

Brahe, Tycho, 78

Buonamici, Francesco, 18, 19, 112

Caccini, Tommaso, 86, 87, 90

Castelli, Benedetto, 26, 57, 73, 75, 84, 85, 86, 97

Cesi, Federico, 60, 61, 74, 97

Christine (Toskana Grandüşesi), 41, 84, 88, 93

Cizvitler, 7-8, 17, 59, 62, 76-77, 81, 121-122

Clavius, Cristoph, 17, 59

Colombe, Ludovico delle, 39-40, 55-56, 67, 69, 75

ayrıca bkz. Güvercin Ligi

Cosimo, II., 41, 49, 52, 62, 65, 67, 84, 93, 114

Cremonini, Cesare, 26, 39, 55

Çiftçilik, 10

De motu locali (Hareket Üzerine Notlar) (Galileo), 19, 22-23, 112

Descartes, René, 116-118

Dialogo (Konuşmalar) (Galileo), 94-102, 99, 104, 116, 119

Diodati, Elia, 110

Discorsi e dimostrazioni mathematiche intorno a due nuove scienza

attenti alla mecanica (Mekanikle İlgili İki Yeni Bilim Üzerine Söylevler
ve Matematiksel Kanıtlar) (Galileo), 19-20, 43, 106-107, 108,

110, 112, 117, 125

Diseorso interno alle cose che stanno in su l'acqua

(Suda Yüzen Nesneler) (Galileo), 69, 74, 75

Dokuma atölyeleri, 9

Drake, Stillman, 32

Enkizisyon, bkz. Roma Enkizisyonu

Eukleides, 5, 14-15, 27

- Ferdinando, II., 93
 Fizik, tanımı, 3, 112
 Foscarini, Paolo, 87, 88, 91
 Fransız Bilimler Akademisi, 114, 118
- Galenos, 5
- Galilei, Galileo,
 ailesi, 31, 53-54, 105
 bilimsel özgürlüğün sembolü olarak, 121-122
 çocukluğu, 11
 etkileri, 116-121
 gökbilimsel gözlemleri, 49-52, 50, 55-59, 94-95
 hamileri, 40-41, 52, 62, 67-68, 84-85, 93, 114
 hareketi incelemesi, 2-3, 17-20, 22-23, 32-38, 42-43, 89-90,
 125-127, 128-132
 "ilk fizikçi", 33
 körlüğü, 106, 111
 kuramlarına karşı çıkılması, 67-68, 76-81
 kütleçekimi hesapları, 17-18
 mali sorunları, 40-41, 52-53
 öğrenciliği, 5-6, 11, 16-17
 ölümü, 111
 Padova'da profesörlüğü, 21, 25-27, 39, 49
 Piza'da profesörlüğü, 17-18, 20
 Roma Enkizisyonu tarafından uyarılması, 91-92
 sağlığı, 59, 68, 76, 88, 92, 106
 takma adı, 40
 ve boylam, 74-75
 ve Cizvitler, 7, 8, 17, 59, 122
 ve din, 84-85, 88-89
 ve gezegenlerin hareketi, 31-32, 50-51, 61-62, 94-96
 ve gelgit, 31-32, 34-35, 90
 ve güneş lekeleri, 71-74, 90, 95
 ve kaldıraçlar, 6, 16, 29-30
 ve Lincean Akademisi, 60, 74, 77-78, 81, 93, 94, 96, 97,
 101, 107
 ve maddenin halleri, 65-69, 70
 ve matematik, 15-16
 ve mekanik aletler, 28-30, 40
 ve müzik kuramı, 14-15
 ve ölçekleme, 108-109
 ve paralaks (ıraklık açısı), 38-39, 76-77
 ve sarkaçlar, 3, 33, 36, 118, 119, 129, 130-132
 ve teleskoplar, 3, 45-49, 50, 52-53, 55, 114
 yargılanması, 82, 101-104, 118
 yüzen nesneler kuramı, 16, 65-69, 70
- Galilei, Vincenzo (babası), 5-6, 11, 14, 20
 Galilei, Virginia (kızı), 31, 105, 107
 Galilei, Virginia (kızkardeşi), 20
- Gama, Vasco da, 6
- Gamba, Marina, 31, 53
- Gelgit, 31-32, 34-35, 90
- Gezegenlerin hareketi, 31-32, 50-51, 57-58, 61-62, 85-86, 94-96
- Gökbilim, 27, 49-51, 50, 55-59, 95,
 ayrıca bkz. Gezegenlerin hareketi; Güneş lekeleri

- Grassi, Orazio, 76-80
 Guiducci, Mario, 77-78
 Güneş lekeleri, 71-74, 90, 95
 Güvercin Ligi, 69, 86
- Hareketin incelenmesi, 2-3, 17-20, 22-23, 32-38, 42-43, 89-90,
 125-127, 128-132
 Henry, III., 7
 Hıyarcıklı veba, 10, 97
 Hobbes, Thomas, 15-16
 Huygens, Christiaan, 48, 118, 119
- Il Saggiatore* (Ayarıcı) (Galileo), 78-81, 93
Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari (Güneş Lekelerinin
 Tarihi ve kanıtları), 74, 90
 İtalya, 9-10
 İirazlara Cevap (Galileo), 75
- Kaldıraçlar, 6, 16, 29-30
 Katolik Kilisesi,
 16. yüzyıl tarihi, 7-8
 Galileo ile ilgili modern görüşü, 122-124
 ve bilim, 84-88
 ayrıca bkz. Cizvitler; Roma Enkizisyonu
 Kepler, Johannes, 53, 54, 55, 58, 115, 119, 123
 Kopernik, Mikolaj,
 gezegenlerin hareketleriyle ilgili kuramı, 31-32, 33, 57, 61-62, 86
 öğretilerinin yasaklanması, 76, 91, 93, 102-103
- Lincean Akademisi, 60, 74, 77-78, 81, 93, 94, 96, 97, 101, 107
 Londra Kraliyet Derneği, 114
 Lorini, Niccolò, 86
 Luther, Martin, 7, 8
- Macellan, Fernando, 6
 Maddenin halleri, 65-69, 70
 Matbaalar, 8-9
 Mazzoleni, Marcantonio, 29, 47
 Medici ailesi, 9, 114
 Mekanik aletler, 28-30, 40
 Mersenne, Marin, 30, 116, 118
 Milton, John, 121, 122
 Monte, Guidobaldo del, 17, 29, 32
 Müzik kuramı, 14-15
- Newton, Isaac, 34, 115, 118-120, 127
- Optik, 46-49
 ayrıca bkz. Teleskoplar
 Oran cetveli (küçültme pergel), 28, 28, 40
 Orsini, Alessandro, 90
- Ölçekleme, 108-109
- Papazzoni, Flaminio, 65
 Paralaks (ıraklık açısı), 38-39, 76-77
 Pascal, Blaise, 121, 122

- Paulus, V. (Papa), 62, 90, 91
 Paulus, Johannes, II. (Papa), 125
 Peurbach, Georg, 27
 Piccolomini, Ascanio, 105
 Piza Kulesi, 4, 19
 Protestan Reformu, 7
 Ptolemaios, 31-32, 61, 85-86

 Ricci, Ostilio, 5-6, 15-16
 Roma Enkizisyonu, 26, 82, 86-87, 90, 92, 96-97, 100-104, 118
 Roma Katolik Kilisesi; bkz. Katolik Kilisesi
 Roma Koleji (*Collegio Romano*), 17, 59, 62, 76, 79
 Rönesans, genel bakış, 7-21

 Sacrobosco, Johannes, 27
 Sagredo, Giovanfrancesco, 26, 94
 Salviati, Filippo, 55, 66, 68, 94
 Sarkaçlar, 3, 33, 36, 118, 119, 129, 130-132
 Sarpi, Paolo, 24, 26, 37, 47
 Scheiner, Christoph, 71, 74, 101
Sidereus Nuncius (Yıldızların Habercisi) (Galileo), 44, 45, 52, 61

 Teleskoplar, 3, 45-49, 50, 52-53, 55, 114
 Toskana, 9-10
 Trento Konsili (1545-1563), 7

 Urbanus, VIII. (Papa), 67, 81, 93, 100, 101, 111, 114

 Viviani, Vincenzio, 111
 Voltaire, 121, 122

 Welser, Mark, 71-74

 Yunanlı filozoflar, 5, 6, 12-15
 Yüzen nesneler kuramı, 16, 65-69, 70

Galileo Galilei

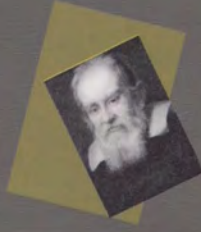
İLK FİZİKÇİ

Felsefe, matematik, müzik, gökbilim ve mühendislik konularında çalışan Galileo, günümüz fiziğinin temelini oluşturan ilkeleri ortaya koymuştur. Yaşadığımız dünyayı yöneten yasaları kavramamızı büyük ölçüde Galileo'nun bilimsel dehasına borçluyuz.

Yaşamöyküsü Kitaplığı,
dünyayı kavrayışımızı biçimlendiren bilim adamlarının
kişisel öykülerini
tarihsel arka planlarıyla birlikte anlatan
kitaplardan oluşuyor.
Bilim adamlarının çalışmalarını ve
bu çalışmaları kuşatan temel bilgileri de özetleyen
yaşamöyküsü kitapları
aynı zamanda sağlam birer başvuru kaynağı...

Dizinin Diğer Kitapları

*Curie, Freud, Kepler, Mendel, Bell, Pavlov,
Newton, Darwin, Einstein, Watson ve Crick, Edison*



ISBN 978-975-403-438-7



Fiyatı: 5 YTL (KDV DAHİL)

Basılı fiyatından farklı satılamaz