

BİLİMLERİN GELİŞMESİNDE MATEMATİK VE DENEYSSEL GELENEKLER

Thomas Kuhn

Bilimsel gelişmenin tarihi üzerine çalışma yapan herkes sık sık, bir şekli "bilimler tek midir çok mu?" olabilecek bir soru ile karşılaşılır. Normal olarak bu soruyu kışkırtan, tarihsel anlaunın nasıl kurulması gerektiğine dair somut sorunlardır; bu sorunlar, bilim tarihçisinden bir dizi konferansta ya da kapsamlı bir kitapta alanı taraması istendiğinde özellikle kritik bir hal alır. Bilimleri, sözgelimi matematikten başlayıp oradan astronomiye, oradan da fiziğe, kimyaya, anatomiye, fizyolojiye, botaniğe vs. ilerleyerek, tek tek mi ele almalı? Yoksa konusunun, çeşitli münferit alanların bir bileşkesi olduğunu reddedip, bütünselliği içerisinde insanın doğa hakkındaki bilgisi olduğu şeklinde mi yorumlamalı? Bu takdirde tarihçi, mümkün olduğu ölçüde bütün bilimsel konuları birarada ele almak, herhangi bir tarihsel kesitte insanların doğa hakkında ne bildiklerini incelemek ve yöntem, felsefi iklimve genel olarak toplumda meydana gelen değişikliklerin, tek bir gövde olarak tasarlanan bilimsel bilgiyi nasıl etkilediğini izlemek zorundadır.

Daha ayrıntılı ve hassas bir şekilde betimlendiklerinde her iki yaklaşımın da, köklü gelenekleri olan ve genellikle birbirleriyle iletişim kurmayan tarihçilik tarzları olduğu görülebilir.¹ Bilimi, farklı bilimlerin gevşek bir örgüsü olarak yorumlayan birinci tarzı uygulayanlar, incelenmekte olan uzmanlık alanının hem deneysel hem teorik teknik içeriğinin, söz konusu alanın geçmişte almış olduğu biçimlerin çok dikkatli bir biçimde incelenmesinde ısrar ederler. Bu önemli bir erdemdir, çünkü bilimler teknik faaliyetlerdir ve bilimlerin bu içeriğini gözardı eden bir tarihçilik, bilimden tamamen farklı bir girişimin, hatta kimi zaman tamamen tarihçi tarafından vehmedilmiş bir girişimin tarihini yazma tehlikesi ile karşı karşıya kalacaktır. Diğer yandan, belli bir tek-

Bu deneme, 1972'de American Association for the Advancement of Science ile History of Science Society'nin ortak bir oturumlarında, George Sarton'un anısına verilen konuşmanın geliştirilmiş bir biçimidir. Konuşmanın bir taslağı bir ay önce Cornell Üniversitesi'nde okunmuştu. Aradan geçen üç yıl içerisinde sayamayacağım kadar çok meslekdaş yorumlarından yararlandım; özel bazı borçlar dipnotlarda belirtilecek. Burada ilgi alanları benimkiyle örtüşen iki tarihçinin, Theodor Rabb ve Quentin Skinner'in teşvik ve aydınlatma çabalarını kaydetmek istiyorum. Sonunda ortaya çıkan versiyon *Annales'de* (XXX., 1975) yayınlandı. İngilizce versiyonda çoğunluğu önemsiz bir iki değişiklik yaptım. [Yazı, *Journal of Interdisciplinary History*'nin 7. sayısından (Yaz, 1976) çevrildi.]

nik uzmanlığın tarihini yazmayı hedefleyen tarihçiler, genellikle konularının sınırlanmasında bu alandaki son ders kitaplarının buyurduğu tanımlamaları temel almışlardır. Örneğin seçtikleri konu elektrikse, elektrik etkisini tanımlama tarzları da modern fiziğin verdiği tanıma çok benzer. Bu tanımların ellerine alıp, ilk, orta ve yakın çağ kaynaklarındaki uygun göndermeleri bulduktan sonra, doğa hakkında yavaş yavaş birikmekte olan bir bilgiye dair çarpıcı bir kayıtlarla karşımıza çıkabilirler. Ama söz konusu kayıt, normal olarak felsefe, edebiyat, tarih, kutsal metin ya da mitoloji diye tasnif edilmiş yapıtlardan derlenmiştir. Bu tarz anlatılar, tipik olarak, kendilerinin "elektriksel" diye gruplanmış oldukları olguların çoğunun —örneğin, yıldırım, kehribar etkisi² ve elektrikli yılan balığı— söz konusu yapıtların kendi dönemlerinde birbirleriyle ilişkili farzedilmediklerini görmezlikten gelir. İnsan bu tür anlatıları, "elektriksel olan"ın 17. yüzyıldan önce bir konu teşkil etmediğini kaydetmeden ve dolayısıyla o yüzyılda bu alanın doğmasına yol açan şeyin ne olduğuna dair en ufak bir ipucu dahi elde edemeden okuyabilir. Eğer tarihçi, ilgilenmekte olduğu dönemde varolan girişimlerle ilgilenmek durumdaysa, tek tek bilimlerin gelişmesine ilişkin geleneksel anlatılar, çok sık olarak köklü bir biçimde tarihcilikten uzaktır.

Bilimin tamamını tek bir girişim olarak değerlendiren önceki tarihcilik geleneğine böyle bir eleştiri yöneltilemez. Tarihçi ilgisini belli bir yüzyıl ya da ulusla sınırladığında bile, var olduğu farzedilen girişimin, tarihsel çözümleme ile aydınlatılamayacak kadar kapsamlı, teknik ayrıntılara bağımlı ve toplu olarak ele alındığında belirsiz olduğunu farkedebilir. Bu yüzden, bilimi birmiş gibi değerlendiren tarihçiler, Newton'un *Principia*'sı ya da Darwin'in *Türlerin Kökeni* gibi klasiklere saygılarını suaduktan sonra, bilimin evrilmekte olan içeriği üzerinde durmaktansa, bu gelişmenin içinde yer aldığı entelektüel, ideolojik ve kurumsal bağlamın değişmesini incelerler. Bu yüzden modern ders kitaplarının teknik içeriği onları ilgilendirmez. Bu tarz tarihçilerin özellikle son on yıllarda çıkardıkları yapıtlar sonuna kadar tarihsel ve kimi zaman da son derecede aydınlatıcı; bilimsel kurumların, değerlerin, yöntemlerin ve dünya görüşlerinin gelişmesi, kuşkusuz, kendi içinde çok değerli tarihsel araştırma konuları... Ama bilimle uğraşanların kendilerinin, bilimin gelişmesinden ne anladıkları ile aynı şey olmadığını tecrübe gösteriyor. Meta-bilimsel çevre ile belli bilimsel teorik deneyler arasındaki ilişki meselesinin dolaylı, tartışmalı ve bulanık olduğu anlaşılıyor.

Bilimin tek olduğunu kabul eden görüşün, bu ilişkinin kavranmasına katkıda bulunmasının önünde ilkeler düzeyinde bazı engeller var. Çünkü bu görüş bu ilişkiyi kavramak için incelememiz gereken fenomenleri, ön kabulleri gereği gözardı ediyor. Belli bir alanın belli bir dönemdeki gelişmesine katkıda bulunmuş olan felsefi ve toplumsal angajmanlar, başka bir dönemde aynı disiplinin

gelişmesinin önünde bir engel oluşturabilir; dönemi sınırlandıracak olursak bir bilimin gelişmesini, ilerlemesini teşvik eden faktörler bir başkası için çok zararlı olmuş olabilir.³ Dolayısıyla bilimsel gelişmenin fiilen nasıl gerçekleşmiş olduğunu araştırmak isteyen tarihçiler, bu koşullarda, bu iki geleneksel seçeneğin ortasında güç bir denge tutturmak durumundadırlar. Yani bir yandan, bilimin tek olduğunu kabul edemezler, çünkü tek olmadığı açık, ama diğer yandan da konuların çağdaş bilimsel metinler ve çağdaş üniversite bölümlerinin örgütlenme tarzları tarafından tasnif edilmiş şeklini de kendileri için veri kabul edemezler.

Ders kitapları ve kurumsal örgütler, tarihçinin keşfetmek zorunda olduğu doğal ayrımlar bakımından iyi birer yol göstericidirler ama incelenmekte olan döneme ait oldukları sürece... Başka malzemelerle birlikte, belli bir zamanda sürdürülmekte olan bilimsel faaliyet alanlarının, hiç değilse başlangıç için iyi bir dökümünü verebilirler. Ancak bu tür bir dökümün hazırlanması işin daha başıdır, çünkü tarihçi sayılan faaliyetler arasındaki ilişkiler, örneğin alanlar arasındaki etkileşimin derecesi ve bir alandan diğerine geçişin ne kadar kolay olduğu hakkında da bir şeyler bilmek zorundadır. Bu tür incelemeler sonucunda, yavaş yavaş seçilen dönemdeki bilimsel girişimin karmaşık yapısının bir haritası ortaya çıkmaya başlayabilir ve bilimlerin gelişmesinde, entelektüel olsun, toplumsal olsun meta-bilimsel faktörlerin karmaşık etkisini araştırabilmek için böylesi bir haritanın varlığı vazgeçilmez bir koşuldur. Ama yapısal bir harita kendi başına yeterli değildir. İncelenecek etkiler alandan alana değiştiği ölçüde, söz konusu etkileri incelemek isteyen tarihçinin, ilgilendiği alan ya da alanlarda, hiç değilse temsili bazı konuların, fazlasıyla uzmanlık gerektiren teknik konuları üzerinde de çalışması gerekecektir. Bilim tarihinde olsun, bilim sosyolojisinde olsun, ilgili bilimin içeriğine dikkat edilmeksizin araştırılabilecek konuların sayısı son derecede sınırlıdır.

Belirttiğim tarzdaki tarihsel araştırmalar daha yeni başladı. Bu araştırmaların verimli olmasının, benim ya da başka birinin yapacağı yeni çalışmalardan çok, demin andığım birbirleriyle iltişim kuramayan iki geleneğin görünürde birbirleriyle bağdaşmaz olan ürünleri arasında tekrar tekrar yeni sentezler kurulmasına bağlı olacağına inanıyorum.⁴ Bu sentezlerin bütün sonuçlarının kısmî ve geçici olması, mevcut bilgiler temelinde söylenebilecek olanların sınırlarını zorlaması ve hatta kimi zaman aşması kaçınılmazdır. Yine de böyle bir sonuçlar kümesinin şematik bir sunumu, hem "bilimler arasındaki doğal ayrımların değişmesi" demekle ne kastettiğimi örnekleyebilir, hem de bunların incelenmesinden kazanılabilecek şeyler hakkında bir fikir verebilir. Aşağıda savunacaklarımın geliştirilmesinin sonuçlarından biri, modern bilimlerin kökeni hakkındaki çok geçikmiş tartışmanın terimlerinin, çok köklü bir şekilde yeniden formüle edilmesini sağlamak olabilir. Bir diğeri ise, 19.

yüzyılda ortaya çıktığında modern fizik disiplininin kurulmasına yol açan bir yeniliği teşhis etmek olabilir.

Klasik Fizikî Bilimler

Ana tamamın ne olduğunu bir soru ile dile getirebilirim. Bugün fizikî bilimlerin kapsamı içersinde olan konulardan hangileri, daha kadim çağlarda uzman faaliyetlerin yöneldiği odaklardı? Liste son derecede kısa. Astronomi listenin en eski ve gelişkin bileşkesi; Hellenistik dönemde bu alandaki araştırmalar, o zamana kadar görülmemiş bir ölçüde ilerleyince, astronomiye bir çift yeni konu eklendi: Geometrik optik ve statik (hidrostatik de dahil olmak üzere). Bu üç konu —astronomi, statik ve optik— fizikî bilimlerin kadim çağlar boyunca, sıradan insanların ulaşamayacağı terminoloji ve tekniklere, ve yalnız uzmanlar için yazılmış bir literatüre sahip araştırma geleneklerinin konusu olan yegâne alanları oldular. Arşimed'in *Yüzen Cisimler*'iyle Ptolemi'nin *Almagest*'i bile ancak gelişmiş bir teknik bilgiye sahip olanlar tarafından okunabilir. Isı ve elektrik gibi, daha sonra fizikî bilimlerin kapsamına alınan konular ise, kadim çağlar boyunca felsefî spekülasyon ve tartışmalarda zaman zaman değinilen ilginç fenomenler olarak kaldılar. (Özellikle farklı elektriksel etkiler, bir kaç "ilginç fenomenler" sınıfı arasında paylaştırılmıştı.) Meslek sırrına vakıf olanların tekeline olmak, kuşkusuz bilimsel ilerlemenin teminatı değildir, ama andığımız üç alanda, bu şekilde tecrit edilmelerini gerektirecek kadar batınî bilgi ve teknikler gerektiren ilerlemeler kaydedildi. Dahası, eğer somut ve görünürde kalıcı çözümlerin birikmesi bilimsel gelişmenin bir ölçütüysen, bu alanlar, daha sonra fizikî bilimler olacak şeyin, tartışma götürmez bir gelişme göstermiş yegâne kısımlarıydı.

Ancak o zamanlar bu üç alan yalnız başlarına değil, bugün artık normal olarak fizikî bilimlerin konusu sayılmayan iki farklı alanla —matematik ve armoni— birlikte incelenirdi. Bu ikisinden matematik, astronomiden bile daha eski ve gelişkindi. M. Ö. 5. yüzyıldan beri geometrinin egemenliğinde olan matematik, fizikî ve özellikle mekânsal büyüklüklerin bilimi olarak tanımlanırdı ve kendi çevresinde kümelenmiş diğer dört konunun karakteri üzerinde belirleyici bir etkisi vardı. Astronomi ve armoni, sırasıyla konum ve oranlarla ilgili olduklarından, kelimenin tam anlamıyla matematikselidiler. Statik ve optikse, kavram, diyagram ve teknik terminolojisini geometriden devralmıştı ve geometri gibi onlarda da araştırma ve sonuçların sergilenmesi tümdengelsel bir yapı içersinde yürütülürdü. Bu koşullarda beklenebileceği gibi, Öklid, Arşimed ve Ptolemi gibi, alanlardan birine önemli bir katkısı olmuş araştırmacılar, neredeyse her zaman diğer alanlardan birinde de hatırı sayılır bir katkıda bulunmuştu. Dolayısıyla bu beşini, anatomi ve fizyoloji

gibi diğer kadim uzmanlıklardan ayırarak doğal bir küme haline getiren şey yalnızca gelişmişlik düzeyleri değildi. Tek bir grup tarafından incelenen ve ortak bir matematiksel mirasa sahip olan astronomi, armoni, matematik, optik ve statik, bu yüzden burada birlikte gruplandırılarak, klasik fizikî bilimler ya da kısaca klasik bilimler diye anılacaklar.⁵ Bunları ayrı konular olarak saymak bile anakronistik olabilir. Aşağıda sunacağım delillerin de göstereceği gibi, önemli bazı bakımlardan hepsi birlikte tek bir alan, matematik, olarak tanımlanabilirler.

Klasik bilimlerin birliğinin bir ön koşulu daha vardı ve bu ön koşul bu yazının dengesinde önemli bir yer tutacak. Her ne kadar matematik de dahil olmak üzere beş alanın her biri a priori olmaktan çok ampiriktiyse de, kadim çağdaki gelişmişlik düzeyleri hassas gözlemlere çok az, deneye daha da az gerek duymalarına yol açıyordu. Gezegen ve yıldızların hareketleri, kaldıraçlar, aynalar ve gölgeler hakkında kolayca yapılabilir ve çoğunlukla nitel birkaç gözlem, doğada geometri bulmayı öğrenmiş birinin çoğunlukla son derecede güçlü olabilen teoriler geliştirebilmesi için yeterli ampirik temel sağlıyordu. Bir sonraki bölümde incelendiğinde, bu geniş genellemenin görünürdeki istisnalarının (kadim çağlardaki sistematik astronomik gözlemlerin yanı sıra, hem o dönemde hem Orta Çağlardaki ışığın kırılması ve prizmatik renkler üzerindeki gözlem ve deneyler) temel iddiayı daha da pekiştirdiği görülecek. Her ne kadar, önemli bazı bakımlardan matematik de dahil olmak üzere klasik bilimler ampiriktiyse de, gelişmelerinin gerektirdiği veriler, çok mütevazı bir ölçekte inceltilmiş ve sistematize edilmiş gündelik gözlemlerin sağlayabileceğinin sınırlarını aşmıyordu.⁶ Bu alanlar kümesinin, diğer bir doğal grubun, yazının başlığındaki deneysel geleneğin ürünü olan grubun evrimine katkıda bulunmaksızın gelişebilmesinin başlıca nedenlerinden biri buydu.

İkinci kümeye geçmeden önce bir an için, birinci kümenin kadim çağlardaki doğuşundan sonra nasıl gelişmiş olduklarını gözden geçirin. 9. yüzyıldan itibaren İslamiyet'te, klasik bilimlerin beşi üzerinde de, çoğunlukla kadim çağlardakine denk bir teknik yeterlilik düzeyinde çalışıldı. Optikte hatırı sayılır ilerlemeler kaydedildi ve cebir tekniklerinin ve ilgileri başat olarak geometrik olan Helenistik geleneğe yabancı bazı kaygıların müdahalesiyle, matematiğin merkezî ilgi noktası belli bir ölçüde kaydı. Latin Batı'da ise, bu genel olarak matematiksel olan alanlar, onüçüncü yüzyıldan itibaren, başat olarak felsefi-teolojik olan bir geleneğe tâbi kılındı ve önemli yenilikler optik ve statik alanlarıyla sınırlı kaldı. Ama, bu alanlar Rönesans sırasında yeniden Avrupalı bilgilerin araştırmalarına konu olmaya başlamadan önce de, kadim ve İslam matematik ve astronomi geleneklerini oluşturan eserlerin önemli bir kısmı korundu ve kimi zaman sırf çalışmış olmak için bunlar üzerinde çalışıldı.⁷ Rönesans sırasında yeniden kurulan matematiksel bilimler, Helenistik sele-

fine yakinen benziyordu. Ancak 16. yüzyılda bu alanlar üzerinde çalışılırken altıncı bir konu giderek onlarla birlikte anılmaya başlandı. Kısmen ondördüncü yüzyılın skolastik tahlillerinin sonucu olarak, yerel hareket, nitel değişme hakkındaki genel felsefi problemden ayrılarak, başlı başına bir konu halinde incelenmeye başlandı. Kadim ve orçağ felsefi gelenekleri içersinde zaten çok gelişmiş olan hareket sorunu, gündelik gözlemlerin ürünüydü ve genel olarak matematiksel terimlerle formüle ediliyordu. Dolayısıyla, matematiksel bilimler kümesine çok rahat bir şekilde dahil edildi ve bu zamandan sonra hareket sorununun gelişmesi ile matematiksel bilimlerin gelişmesi birbirlerine sıkı sıkıya bağlı kaldı.

Bu şekilde genişleyen klasik bilimler Rönesans'tan sonra da sıkı örgülü bir küme oluşturmaya devam etti. Copernicus, astronomi konusundaki klasik eserini yargılamaya yeterli olduğunu düşündüğü izlerçevreyi "Matematik matematikçiler için yazılır" sözleriyle belirliyordu. Galileo, Kepler, Descartes ve Newton, matematikten rahatlıkla ve her alanda önemli sonuçlar doğuracak şekilde, astronomiye, armoniye, statığe, optığe ve hareketin incelenmesine geçebilen sayısız 17. yüzyıl isminden yalnızca birkaç tanesidir. Üstelik armoni kısmen hariç olmak üzere, büyük ölçüde matematiksel olan bu alanlar arasındaki yakın ilişkiler, giderek daha yoğun bir incelemenin konusu olan fizikî bilimlerin sınırları klasik bilimlere aşıktan sonra bile, 19. yüzyıla kadar sürdü. Bir Euler'in, bir Laplace ya da Gauss'un katkıda bulunduğu bilimsel alanlar, Kepler ve Newton'un aydınlattıkları alanlarla neredeyse özdeşdir. Bu liste, Öklid, Arşimed ve Ptolemi'yi de büyük ölçüde içerebilir. Dahası, bu teknikler 1650'lerden başlayarak, daha sonra klasik kümeye sıkı sıkıya bağlanacak olan başka bir dizi konunun incelenmesinde yoğun olarak kullanılmaya başlandığı halde, bir iki önemli istisna dışında, tıpkı kadim selefleri gibi 17. ve 18. yüzyıllarda klasik bilimlerde çalışanların deney ve hassas gözlemlerle çok az işi oluyordu.

Klasik bilimler hakkında son bir söz bizi yeni deneysel yöntemleri teşvik eden hareketi gözden geçirmeye hazırlayabilir. Armoni dışındaki⁸ bütün alanlar, 16 ve 17. yüzyıllarda radikal bir yeniden inşaya tâbi tutuldu ve böylesi bir dönüşüm fizikî bilimlerin başka hiçbir alanında gerçekleşmedi.⁹ Matematik geometriden, "coss' sanatı",¹⁰ cebir ve analitik geometri olmaya dönüştü; astronomi yeni merkezleşmiş güneşin çevresinde dairesel olmayan yörüngeler keşfetti; hareketin incelenmesi tamamen nicel olan yasalarla dönüştürüldü; ve optik de, ışığın kırılması probleminin ilk kabul edilir çözümüne ve yeni bir görme teorisine kavuştu ve renkler teorisi de köklü bir şekilde değişti. Makineler teorisi olarak kavranan statik görünüşte bir istisna oluşturuyor. Ama sıvılar teorisi, hidrostatik olarak sınırları pnömatığı, "hava denizi"ni de kapsayacak şekilde genişletildi, dolayısıyla o da yeniden inşa edilen alanlar

arasında sayılabilir. Fizikî bilimler, Batı düşüncesindeki daha genel devrime, klasik bilimlerdeki bu kavramsal dönüşümler aracılığıyla katıldılar. Dolayısıyla, Bilimsel Devrim, fikirlerdeki bir devrim olarak anlaşılıyorsa, anlaşılması gereken bu geleneksel, yarı matematiksel alanlardaki değişimlerdir. 16. ve 17. yüzyıllarda bilimlerde hayatî önem taşıyan başka şeyler de olduysa da (Bilimsel Devrim yalnızca düşüncede bir devrim değildi), bunların farklı ve bir ölçüde bağımsız türden olduğu görülüyor.

Bacon'un Bilimlerinin Ortaya Çıkışı

Şimdi yeni ve farklı bir araştırma alanları kümesine dönerek, yine bir soruyla, standart tarih yazımında üzerinde büyük bir kargaşa ve anlaşmazlığın hüküm sürdüğü bir soruyla başlıyorum. 17. yüzyılın deneysel hareketinde yeni olan herhangi bir şey vardıysa, bu neydi? Bazı tarihçiler, bilimin duyular aracılığıyla edinilmiş malumat üzerine kurulabileceği fikrinin kendisinin yeni olduğunu iddia ederler. Bu görüşe göre Aristoteles, bilimsel sonuçların aksiyomatik ilk ilkelere çıkarılabileceğine inanıyordu; Rönesans'ın sonundan önce insanlar onun otoritesinden kitaplardansa doğayı inceleyecek kadar kurtulmamışlardı. Ama 17. yüzyıl retoriğinin bu kalıntıları saçmadır. Aristoteles'in metodolojik yazılarında yakın gözlemin gereği konusunda Francis Bacon kadar ısrarlı olan birçok bölüm vardır. Randall ve Crombie 13. yüzyıldan başlayarak 17. yüzyıla kadar süren ve gözlem ve deneylerden geçerli sonuçlar türetmek için kurallar geliştiren bir Orta Çağ metodoloji geleneğini teşhis ederek incelediler.¹¹ Descartes'ın *Regulae* si ile Bacon'un *Novum Organon*'u bu geleneğe çok şey borçludur. Bilimsel Devrim sırasında ampirik bir bilim felsefesi bir yenilik değildi.

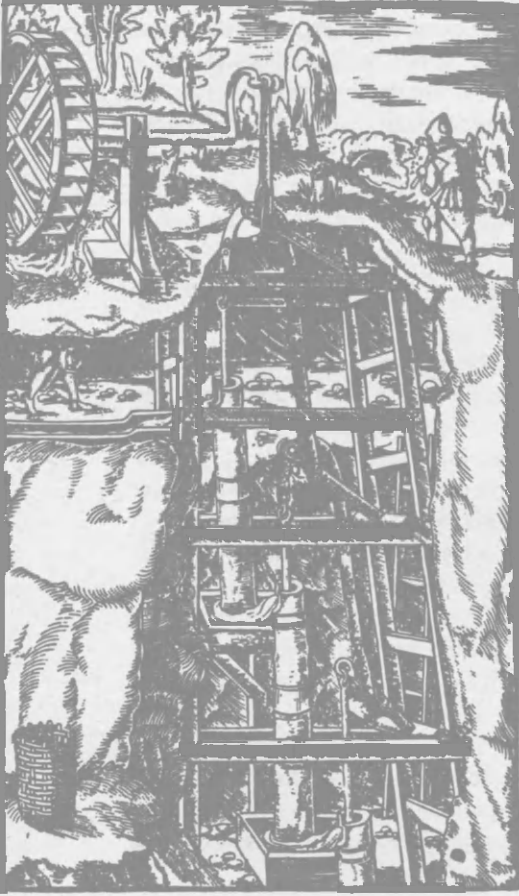
Diğer bazı tarihçiler, gözlem ve deneylerin gereği hakkında ne düşünülmüş olursa olsun, 17. yüzyılda insanların bunları çok daha sık olarak yapmaya başladıklarına işaret ediyorlar. Bu genelleme kuşkusuz doğru ama eski deney biçimleri ile yenileri arasındaki aslî nitel farkı gözden kaçırıyor. Çoğunlukla başlıca propagandacısına atfen "Baconcu" diye adlandırılan yeni deneysel harekete katılanlar, klasik fizikî bilimlerde mevcut olan ampirik unsurları geliştirip yaygınlaştırmakla kalmadılar; daha çok, bir süre için selefinin yerini almaktan çok onunla yanyana varolamaya devam eden yeni bir ampirik bilim tarzı yarattılar. Klasik bilimlerde deney ve sistematik gözlemin zaman zaman oynadığı rolün kısaca belirtilmesi, ampirik pratiğin eski biçimiyle, 17. yüzyıldaki rakibi arasındaki nitel farkları teşhis etmemizi sağlayacaktır.

Yakından incelendiğinde kadim ve orta çağ geleneklerindeki deneylerin çoğunluğunun, sonucu gündelik deneyimlerden kolaylıkla kestirilebilecek olası bir

Solda, atla çalıştırılan bir bucargat; sağda tek bir su değirmeni ile hareket ettirilen bir dizi emmebasma tulumbanın, Agricola'nın *De Re metallica*'sında yer alan temsilî resmi. Asıl adı Georg Bauer olan ve dönemin evrenselleştirici eğilimleri doğrultusunda adını Latinceleştirerek Georgius Agricola imzasını tercih eden Agricola, Rönesans'ın sanatçı mühendislerinin tipik temsilcilerinden biriydi. Saksonya'nın Glachau kasabasında doğan Georg Bauer, soylu bir aileden gelmediği halde önce Leipzig, daha sonra Bologna ve Padua üniversitelerinde tıp (doğal bilim ve felsefenin yanı sıra) eğitimi görme imkânını buldu. Tipik bir temsilcisi olduğu kesimin diğer üyeleri gibi o da, görmüş olduğu klasik eğitime karşın, zanaat, imalat ve genel olarak pratikle ilgisini hiçbir zaman yitirmedi. Ölümünden bir yıl sonra yayınlanan başyapıtı *De Re metallica*'da, yalnızca yaşadığı dönemde Saksonya'nın Erzegebirge havzasında faaliyet göstermekte olan ocaklarda kullanılan teknikler, işlenen madenler ve kaliteleri hakkında bilgi vermekle kalmıyor; klasik metinlerde madenlere yapılan göndermelerden hareketle kadim çağlarda varolan ocakların yerlerini, hangi madenleri işlediklerini ve ne tür mülkiyet ilişkileri çerçevesinde faaliyet gösterdiklerini tespit etmeye çalışıyordu. Agricola'nın temsilcisi olduğu kesim, kanalizasyon ve savaş sanayii gibi toplumsal hizmetleri yerine getirmenin yanı sıra, çok daha açıkça siyasal olarak tarif edilebilecek işlevleri de üstlenebiliyorlardı. Ancak bugünden bakıldığında Agricola'nın ve diğer hümanistlerin dönemlerinde almış oldukları siyasal tavırların tutarsız görünmesi, neredeyse kaçınılmaz. 16. yüzyılda siyasal zemini belirleyen en önemli kutuplaşma, Protestanlıkla Kilise arasında olanıydı. Oysa ömrü boyunca bir katolik olarak kalan Agricola'yı Chemnitz belediye başkanlığına tayin eden, katoliklerin en önemli siyasal temsilcisi, Kutsal Roma Cermen İmparatoru V. Karlos'a kendi özel temsilcisi olarak gönderen Saksonya elektörü Dük Moritz, protestan bir prensti. Üstelik, bu bakımdan Agricola münferit bir örnek de değildi; Fransız matematikçi Vieta'nın, Floransalı bilgin Galileo'nun, Felemenk filolog Erasmus'un, hümanist prens Henri de Navarre'ın ve diğerlerinin hayatında böylesi "yalpalamalara" sıkça rastlamak mümkün.



Sorun, belki de, Agricola'nın mensubu olduğu kesimin "hümanist" diye nitelendirilmesinden kaynaklanıyor. "Hümanizm" ile skolastik gelenek arasındaki çatışma, popüler düzeyde sık sık iddia edildiği gibi, din ile din-



sizlik arasında değildi. Sorun her iki taraftan da, açıkça teolojik bir sorun olarak görülmüyordu. Çok kabaca ifade edecek olursak: Kilise olsun, protestanlar olsun (ve hatta deistler olsun) Tanrı, dünya, insan ilişkilerini "Yaradan-yaratık" metaforu çerçevesinde yorumlamaya devam ediyorlardı. Oysa "hümanistler" için dünya ve insanlar Tanrı'nın *suretleri*ydi; Tanrı bir Yaradan olarak değil, kelimenin tam anlamıyla, tüketilmez bir anlam (mânâ) olarak vardı: "Tanrı'ya sonsuz diyorum, çünkü kendisi sonsuz olarak ve tamamıyla, dünyanın her bir parçasında vardır... Söz konusu olan sonsuzluk mücessem boyutların ve kitlelerin sonsuzluğu değil, doğaların ve türlerin sonsuzluğudur" (Giordano Bruno). Dolayısıyla her bir doğa ve tür, kendi sonsuzluğu içinde Tanrı'nın sonsuzluğunu barındırır; daha doğrusu her iki sonsuzluk, dünyanın sonsuzluğuyla Tanrı'ninkî, özdeşdir. Rönesans'ın gözlem ve deneye bu kadar büyük bir şevkle yönelmesinin berisinde de, dünyanın tamamını ve her bir parçasını Tanrı'yla özdeşleştiren bu teolojik zihniyet yatıyordu. Siyasete dönecek olursak... Protestanlıkla Kilise arasındaki mücadeleyi belki de hümanistler de, bizim gibi, siyasal bir mücadele olarak yorumluyorlardı. Ancak onlar için gündelik davranışların her biri ve tamamı, hiç değilse potansiyel olarak, ibadete ilişkin bir boyut içeriyordu; dolayısıyla bir mücadelenin siyasal olması, kısmî olmasıyla eşanlamlıydı. Dünyanın bütünselliği ile özdeş

olduğu sürece kutsal olan sınırlandırılmaz, kurumsallaştırılmaz. Her tekin, parçanın kutsal olması ama diğer yandan hiçbir parçanın, bir parça olduğu diğerlerini olumsuzladığı sürece kutsal olanı tüketememesi... Giordano Bruno'nun diri diri yakılmasına neden olduğu gibi, belki de Cesare Borgia'nın günahkârlığının berisinde yatan da bu "hakikatın" gerilimiydi. Protestanların yanında da barınamayan Bruno sekiz yıl süren duruşmasının bir noktasında şöyle demişti: "Sahiden horozlara, timsahlara, soğan ya da turplara ibadet etmiş olan bir millet yoktur. Hepsî de bunların içinde ışıldamakta olan ilahî ilkeye ibadet ederler; bu ilke farklı yer ve zamanlarda aynı derecede fâni nesnelere ışılayacaktır." Giordano'nun engizisyonla girdiği mücadele kutsal olanın tanımı üzerindeydi. Onun ölümünden 33 yıl sonra Galileo engizisyonla karşı karşıya kaldığında mücadeleyi siyasal bir mücadele olarak yorumlayacak, bir adım geri atacak, ait olduğu dünyaya ait kalmayı tercih edecekti; onun ait kalmayı tercih ettiği dünya hâlâ sonsuz ve kutsaldı.

durumun zihinde inşasından ibaret olan "düşünce deneyleri" olduğu görülüyor. Özellikle optikte başka türden deneyler de yapılmış ama tarihinin yazında keşfettiği belli bir deneyin gerçek mi zihinsel olduğuna karar verebilmesi son derecede güç. Kimi zaman nakledilen sonuçlar bugün elde edeceklerimizle uyuşmuyor; başka bazı durumlarda anlatılan cihazların o zaman mevcut olan malzeme ve tekniklerle yapılabilmesi mümkün değil. Tarihsel kararın nasıl verilmesi gerektiğine dair gerçek sorunlar ortaya çıkıyor ve bu tür sorunlar Galileo üzerine çalışanların bile başına bela oluyor. Deney yapmış olduğuna kuşku yok ama Galileo aynı zamanda orta çağın düşünce deneyleri geleceğini en yüksek biçimine kavuşturmuş insan olarak da kayda değer. Maalesef de her zaman karşımıza hangi kimliğiyle çıkmakta olduğunu anlamak mümkün değil.¹²

Son olarak da, yapılmış olan deneylerin daima iki hedeften birine yöneldiği görülüyor. Bazı deneyler başka yollardan edinilmiş bir sonucu göstermek için yapılmış. Roger Bacon, alevin teni yakma yeteneğinin, ilkece, çıkarsanabileceğini, ama insan zihninin hataya olan eğilimi hesaba katılarak insanın eline aleve tutmasının daha iyi olacağını yazıyor. Kimi çok önemli sonuçlar vermiş diğer bazı deneyler ise mevcut teorinin ortaya atmış olduğu bir soruya somut bir cevap bulmak için yapılmış. Bunların önemli örneklerinden biri Ptolemi'nin, ışığın suyla havanın sınırındaki kırılması üzerine yaptığı deney. Diğerleri arasında orta çağda günışığını su dolu kürelerden geçirerek renk elde etme deneyleri sayılabilir. Descartes ve Newton prizmatik renkler üzerinde çalışırken bu kadim ve daha da çok orta çağa ait geleceğin izinde yürüyorlardı. Astronomik gözlemlerin de bunlara oldukça yakın bir özelliği vardır. Tycho Brahe'den önce astronomlar gökleri sistematik bir şekilde araştırmış ya da gezegenlerin hareketlerini izlemiş değildi. Gezegenlerin ufukta ilk görünme anlarını, karşıtlıkları ve zamanlama ve konumlanmalarının yıldız haritası çıkarmak ya da mevcut teorinin parametrelerini sağlamak için gereken standart burçlaşmaları kaydetmekle yetinmişlerdi.

Bu ampirik tarzı, Bacon'un en etkili savunucusu olacağı tarz ile karşılaştırın. Bu tarzın Gilbert, Boyle ve Hooke gibi uygulayıcıları deney yaptıklarında, nadiren zaten bilinen bir şeyi göstermeye ya da mevcut teorinin sınırlarını genişletmeye yarayacak bir ayrıntıyı belirlemeye çalışıyorlardı. Daha çok, o güne kadar gözlenmemiş ve sık sık da varolmamış koşullarda doğanın nasıl davranacağını gözlemeye çalışıyorlardı. Tipik ürünleri, bilimsel bir teorinin inşası için ön koşul olduğuna inandıkları bir sürü verinin yığıldığı devasa doğal ya da deneysel tarihlerdi. Bu tarihler yakından incelendiklerinde, deneylerin seçim ve düzenlenişlerinin, yazarların sandığından daha az tesadüfi olduğu görülüyor. En geç 1650'den itibaren bunları üreticiler, atomlar ya da parçacıklar teorisinin versiyonlarından biri tarafından yönlendiriliyorlar. Do-

layısıyla tercihleri parçacıkların biçim, düzenleniş ve hareketlerini göstermesi olası deneylerden yanaydı; tek tek araştırma raporlarını biraraya getirmelerinin berisinde yatan analogiler hep aynı metafizik angajmanları ifade ediyor.¹³ Ancak başlangıçta metafizik teoriyle tekil deneyler arasında bir uçurum vardı. Çoğu 17. yüzyıl deneyciliğinin berisinde yatan parçacıkçılık, nadiren belli bir deneyin yapılmasını gerektiriyor ya da belli bir deneyin ayrıntılı sonuçlarını öngörüyordu. Bu koşullarda deneye büyük bir değer atfediliyor, teoriden ise yakınılıyordu. İkisi arasında yeralan etkileşim büyük ölçüde bilinçdışı bir düzeyde gerçekleşiyordu.

Deneyin rolü ve statüsü hakkındaki bu tutum, yeni deneysel hareketi eskisinden ayırdeden yeniliklerden yalnızca birincisi. Bir ikincisi Bacon'un kendisinin "aslanı kuyruğundan yakalamak" dediği türden deneylerin vurgulanmasıydı. Bunlar, doğayı insanın cebri müdahalesi olmadığı takdirde asla görülmeyecek koşullara zorlayan deneylerdi. Bir barometrenin vakumuna ya da hava pompasına sırayla tahıl, balık, fare ve çeşitli kimyasallar koyan insanlar yeni geleneğin tam da bu yönünü örnekliyorlardı.

Barometrelerden ve hava pompalarından sözettüğümüzde Baconcu hareketin üçüncü ve belki de en çarpıcı yeniliğini aydınlatmış oluyoruz. 1590'dan önce fizikî bilimlerin araç cephaneliği, yalnızca astronomik gözlem araçlarından oluşuyordu. Bunu izleyen yüzyıl, teleskopların, mikroskopların, termometrelerin, barometrelerin, hava pompalarının, elektrik detektörlerinin ve sayısız yeni deneysel aracın hızla alana girmesine ve kullanılmasına tanık oldu. Aynı dönem, doğayı öğrenmeye çalışanların eskiden yalnızca pratik zanaatkarların işliklerinde ya da simyagerlerin hücrelerinde bulunan kimyasal avadanlıkları kullanmaya başladığı dönem oldu. Yüzyıldan kısa bir süre içerisinde fizikî bilimler araçsal oldu.

Bu bariz değişikliklere, aralarından birinin özellikle ön plana çıktığı çeşitli diğer değişiklikler eşlik etti. Düşünce deneylerini küçümseyen Baconcu deneyci, deneylerin hem hassas hem de etraflı bir şekilde anlatılmasında ısrarlıydı. Bu ısrarın sonuçlarından biri eski deneysel gelenekle girilen, kimi zaman eğlenceli de olabilen çatışmalardı. Örneğin Robert Boyle, hidrostatik hakkındaki bir kitabındaki ilkelerde itiraz edecek bir yön bulamadığı halde, kitapta bol bol yer alan ve açıkça zihinsel olarak ilkelere uysun diye imal edilmiş olduğu belli olan deneylerden ötürü Pascal'i yerden yere vuruyordu. "Mösyö Pascal bize insanın nasıl olup da alu metre derinliğinde bir kuvvetin içinde ayağında bir bardak dengeleyerek oturabileceğini söylemiyor," diye yakınıyordu Boyle. "Ne de diğer bazı deneylerinin gerektirdiği hassas araçları yapabilecek insanüstü zanaatkarın nasıl bulunabileceğini söylüyor."¹⁴ Boyle'un içinde yer aldığı geleneğin yazınıni okurken tarihçi hangi deneylerin gerçekten

yapılmış olduğuna dair en ufak bir kuşku duymaz. Boyle'un kendisi sık sık tanıklarının adlarını, kimi zaman soyluluk beratlarıyla birlikte verir.

Baconcu hareketin yeniliğini kabul ettiğimize göre, bu hareketin varlığı bilimin gelişmesini nasıl etkilemiştir? Klasik bilimlerin dönüşümü üzerinde Baconculuğun etkisi çok azdır. Bazı deneylerin bir rolü oldu ama bunların hepsi de köklerini eski geleneğe buluyordu. Newton'u "renkler diye bilinen şu övgüye değer fenomen"i incelemek için satın aldığı prizmalar, su küreleriyle yapılan orta çağ deneylerinden türemiştir. Eğik düzlem ise yalın makineler üzerine yapılan klasik çalışmalardan devralındı. Fizikî bir araç olarak gerçi bir yeniliktiyse de, sarkaç her şeyden önce ortaçağın itki (impetus) teorisyenlerinin sorunlarının cisimleşmesiydi ve titreşmekte olan gergin bir telin osilasyonları ve dünyanın merkezinden düşen ve sonra tekrar oraya düşen bir gövdenin hareketleriyle bir arada ele alınıyordu. Barometre önce, Galileo'nun doğanın boşluktan duyduğu korkunun sınırlarını "gösteren" düşünce deneyini gerçekleştirmek üzere, sızıntısı olmayan, su dolu bir pompa kolu olarak, yani hidrostatik bir alet olarak tasarlanmış, öyle çözümlenmişti.¹⁵ Ancak yeterli bir vakum üretildikten ve hava ve irtifaya bağlı olarak sütun yüksekliğindeki değişkenlik kanıtlandıktan sonra o da, çocuğu olan hava pompası ile birlikte Baconcu geleneğin alet dolabı içindeki yerini aldı.

Bir başka nokta da, çok önemli olmakla birlikte bu deneylerin büyük ölçüde benzersiz olması ve hepsi de bu kadar etkili olmalarını, klasik bilimlerde onları çağırılmış olan teorileri karşılamadaki başarılarına borçlu olmaları Toricelli'nin barometre deneyiyle Galileo'nun eğik düzlem deneylerinin sonuçları büyük ölçüde öngörülmüştü. Eğer Newton'un, klasik geleneğe Ptolemy'den Kepler'e kadar herkesin aramış olduğu ışığın kırılması yasasından yararlanma imkânı olmasaydı prizma deneyi, renkler teorisini dönüştürmekte geleneksel seleflerinden daha etkili olamazdı. Aynı gerekçeden ötürü, Newton'un deneyiyle 17. yüzyılda, kırılma, sapma ve polarizasyon gibi nitel bakımdan yeni optik etkilerin varlığını gösteren diğer geleneksel olmayan deneyler arasında, sonuçları bakımından bariz bir kontrast vardır. Diğerleri klasik bilimlerin ürünü olmadıklarından, onun teorileriyle kolay kolay karşılanamazlardı ve bu yüzden 19. yüzyılın başına kadar optiğin gelişmesi üzerinde hatırı sayılır bir etkileri olmadı.

Bir kısmı son derecede gerekli olan kayıtlar konduktan sonra Alexandre Koyré ve Herbert Butterfield sonunda haklı çıkmış oluyorlar.¹⁶ Klasik bilimlerin Bilimsel Devrim sırasındaki dönüşümünü, beklenmedik bir dizi deneysel bulgulara fenomenlere yeni bir tarzda bakılıyor olmasına bağlamak, daha doğru ve kesin bir açıklama olur. Dolayısıyla, Koyré'nin kendisi de başta olmak üzere bazı tarihçiler, Baconcu hareketi, bilimin gelişmesi açısından hiçbir önemi ol-

mayan bir sahtekârlık olarak betimlediler. Ancak bu değerlendirme de, tıpkı zaman zaman gayet hırçın bir şekilde karşı çıktığı değerlendirme gibi, bilimlerin tek olduğu inancının bir ürünüdür. Baconculuk klasik bilimlerin gelişmesine çok az katkıda bulduysa da, çoğunun kökleri geçmişteki zanaatlerde yatan bir sürü yeni bilimsel alanın doğmasına yol açtı. İlk verileri denizci pusulalarıyla ilgili deneyimlerden kaynaklanan manyetizm çalışmaları verilebilecek örneklerden biri. Elektrik ise, mıknatısın demir cevherini çekmesi ile sürtülmüş kehribarın samanı çekmesi arasındaki ilişkiyi keşfetme çabalarıyla ortaya çıkmış oldu. Üstelik bu her iki alan da, daha sonraki gelişmelerini, yeni, daha güçlü ve daha hassas araçların geliştirilmesine borçlu oldular. Bunlar yeni Baconcu bilimlerin tipik örnekleri. Aşağı yukarı aynı genellemeler ısının araştırılmasına da uygulanabilir. Uzun bir süre felsefî ve tubbî gelenekler için bir spekülasyon konusu olmuş ısı, termometrenin icadı ile sistematik bir inceleme konusu haline geldi. Kimyanın durumu ise farklı ve çok daha karmaşık... Başlıca araç, miyar ve tekniklerinin çoğu Bilimsel Devrim'den çok önceden beri geliştirilmiş durumdaydı. Ama 16. yüzyılın sonuna kadar bunlar zanaatkârların, eczacıların ve simyagerlerin mülkiyetinde kaldılar. Ancak iş görme teknikleri ve zanaatlar yeni bir değerlendirmeye tâbi tutulduktan sonradır ki, deneysel yöntemlerle doğa hakkında bilgi edinme faaliyetlerinde düzenli bir şekilde kullanılmaya başlandılar.

Bu alanlar ve onlar gibi nice diğerleri 17. yüzyılda daha yeni bilimsel faaliyet odakları haline gelmiş oldukları için, burada habire yeni bazı deneysel etkilerin keşfinden daha çarpıcı dönüşümlere rastlanmamasını normal karşılamak gerekiyor. Eğer ayrıntılı kestirimler üretebilecek tutarlı bir teoriye sahip olmak bir bilimsel alanın gelişmişliğinin ölçütüyse, o zaman 17. ve 18. yüzyılın büyük bir kısmı boyunca Baconcu bilimler az gelişmiş kaldı. Gerek araştırma yazınları gerekse büyüme tarzları klasik fiziğinkindense, bugünkü bazı toplumsal bilimlerde görülene benziyordu. Ama 18. yüzyılın ortasında bu alanlardaki deneyler giderek daha sistematik bir nitelik kazanmaya ve özellikle aydınlatıcı olduğu düşünülen seçilmiş bazı fenomenler çevresinde kümelenmeye başladı. Kimyada yer değişimi tepkimeleri ve doyma yeni önem kazanmaya başlanan konulardı; elektrikte iletkenlik ve Leyden kutusu; termometre ve ısıda sıcaklık karışımları. Aynı zamanda parçacık kavramı ve diğer kavramlar giderek bu özel deneysel alanlara uyarlanıyordu; kimyasal ilgi ve elektriksel sıvılar ve atmosferleri, bu uyarlanmanın en iyi bilinen örneklerindedir.

Bu kavramları kullanan teoriler uzun bir süre nitel ve buna bağlı olarak belirsiz olmaya devam etti ama yine de, 18. yüzyılın başından önce Baconcu bilimlerde görülmemiş bir ayrıntınlık ve hassasiyet düzeyindeki tek tek deneylerle sınanabiliyorlardı. Dahası yüzyılın son üçte birine girildiğinde, her

alanın merkezini bu tür sınamaların işgal etmeye başlamasıyla, Baconcu bilimler klasik bilimlerin kadim çağdaki durumuna çok benzer bir statü kazandı. Elektrik ve manyetizm Aepinus, Cavendish ve Coulomb'un; ısı Black, Wilcke ve Lavoisier'nin çalışmalarında; daha tedrici ve ikircikli bir biçimde de olsa kimya Lavoisier'nin Kimya Devrimi'nden daha geç olmayan bir tarihte gelişmiş bilimler halini aldılar. Bir sonraki yüzyılın başında 17. yüzyılın nitel bakımdan yeni optik buluşları ilk kez daha eski optik bilimi tarafından özümsemi. Baconcu bilim, 17. yüzyıldaki kurucularının her zaman metodolojilerini değilse de imanlarını haklı çıkararak rüşdünü ispat etmişti.

Olgunlaşmakta oldukları ikiyüz yıl boyunca Baconcu bilimler, "klasik" diye andığımız bilimlerle nasıl bir ilişki kurmuştu? Sorun çok fazla incelenmiş değil ama cevabın, "çok fazla ilişki kurmamışlardı ve kurdukları ilişki de hatırı sayılır entelektüel, kurumsal ve bazen siyasal güçlükler pahasına kurulmuştu" olacağını sanıyorum. 19. yüzyılın başına kadar Baconcu ve klasik kümeler ayrı kaldı. Kabaca söylendiğinde klasik bilimler hep birlikte "matematik" diye gruplandırılıyorlardı, Baconcu olanlar ise "deneysel felsefe" ya da Fransa'da olduğu gibi "physique experimentale" diye; eczacılık, tıp ve çeşitli zanaatlarla bağlarını koruyan kimya ise kısmen ikinci gruba, bazı alanları bakımından ise daha pratik bazı uzmanlıklara dahildi.¹⁷

Klasik bilimlerle Baconcu bilimler arasındaki bu ayrışma Baconcu olanların doğuşundan itibaren izlenebilir. Bacon'un kendisi yalnızca matematiğe değil, klasik bilimin bütün yarı-tümdengelsel yapısına şüpheyle bakıyordu. Zamanının en iyi bilimini kavramadığı için onunla alay eden eleştirmenler meselenin esasını gözden geçiriyorlar. Kopernik'çiliği Ptolemy sistemini tercih ettiği için reddetmedi. Her ikisini de, bu kadar karmaşık, soyut ve matematiksel sistemlerin doğanın ne anlaşılmasına ne de kontrolüne katkıda bulunabileceğine inandığından reddetti. Onu izleyen deneycilerse, genellikle Kopernik'in kozmolojisini kabul etmekle birlikte, klasik bilimlerde çalışmak için gerekli matematiksel beceri ve bilgileri edinmediler bile. Bu durum 18. yüzyıl boyunca sürdü; Boyle ve Hooke kadar, Franklin, Black ve Nollet de aynı durumu sergiliyorlar.

Tersinden bakıldığında durum daha ikircikli. Ortaya çıkış nedenleri ne olmuş olursa olsun, Baconcu hareket daha önce kurulmuş klasik bilimlerde de etkili oluyordu. Yeni araçlar bu alanlarda da ve özellikle astronomide kullanılmaya başlandı. Veri nakletme ve değerlendirme standartları değişti. 17. yüzyılın son on yılına varıldığında Boyle'la Pascal arasındaki benzer bir çatışma artık tasarlanamaz hale gelmişti. Ama daha önce de belirtildiği gibi bu gelişmelerin etkileri sonucunda meydana gelen, klasik bilimlerin doğasında aslı bir değişiklik değil tedrici bir inceleme süreciydi. Daha önceleri de

astronomi araçlardan, optik deneylerden yararlanmıştı; çıplak gözle, gözlemlerle nicel teleskopik gözlemin karşılıklı avantajları konusuna 17. yüzyıl boyunca kuşku egemen oldu; sarkaç bir yana bırakılacak olursa, mekaniğin araçları araştırmadan çok pedagojik amaçlara hizmet ediyordu. Bu koşullarda Baconcu bilimler klasik olanlar arasındaki ideolojik mesafe azalmakla birlikte ortadan kaybolmaktan uzak kaldı. 18. yüzyıl boyunca klasik bilimlerin başlıca araştırmacıları çok az deney yaptı, yeni deneysel alanlardaki gelişmelere daha da az katkıda bulundular.

Galileo ve Newton görünürdeki istisnalar. Ama aslında yalnızca Newton gerçek bir istisna ve her ikisi de klasik-Baconcu ayrımının doğasını daha iyi aydınlatıyorlar. Lincei'nin mağrur bir üyesi olan Galileo, aynı zamanda teleskopun, sarkaç tertibatının, termometrenin ilk biçimlerinden birinin ve diğer bazı aletlerin gelişmesine katkıda bulunmuştu. Burada Baconcu diye anılan hareketin bazı cephelerine önemli bazı bakımlardan katılmış olduğu açık. Ama Leonardo'nun da meslek hayatının gösterdiği gibi, araçlarla ya da mühendislik konularıyla ilgilenmek insanı deneyselci yapmaya yetmiyor ve Galileo'nun bilimin deneyselci veçhesi karşısındaki başat tavrı hep klasik tarzın sınırları içinde kaldı. Zaman zaman, zihninin gücünün betimlediği deneyleri yapmasını gereksiz kıldığını ilan ederdi. Başka bazı durumlarda, örneğin su pompasının sınırlılıkların gözden geçirirken, hiçbir şey söylemeye gerek duymadan mevcut teknolojinin kapasitesini aşan cihazlardan yararlanmaya başladılar. Boyle'un Pascal'a yönelttiği eleştirisi hiç değiştirilmeden Galileo'ya da yöneltilebilir.

Eğitimi İngiliz Baconculuğunun en tepе noktasına ulaşmış olduğu yıllarda gören Newton, hiç kuşkuya yer bırakmayacak şekilde her iki geleneğin de içersinde yer aldı. Ama bunun sonucu, I. B. Cohen'in 20 yıl önce vurguladığı gibi Newton'un etkisinin, birinin kaynağı *Principia*, ikincisinininkiye *Opticks* olan iki ayrı doğrultuda yayılması oldu.¹⁸ Bu tespit, *Principia*'nın net bir şekilde klasik bilimler geleneği içinde yer aldığı halde, *Opticks*'in Baconcu hareket ile ilişkisinin aynı derecede düz olmadığı hesaba katıldığı takdirde, özel bir önem kazanıyor. Konusu optik gibi daha önceden geliştirilmiş bir alan olduğu için Newton burada seçilmiş deneylerle teoriyi karşılaştırabiliyordu ve başarısı da bu karşılaştırmaların sonucu oldu. *Experimental History of Colours*'ı Newton'un üzerine teorisini inşa etmiş olduğu deneylerden bazılarını içeren Boyle, böyle bir işe kalkışmadı, sonuçlarının izlenmesinde yarar olabilecek bazı spekülasyonları ihsas ettiğini söylemekle yetindi. *Opticks*'in ikinci kitabında ilk işlenen konu olan "Newton halkaları"nı keşfeden Hooke da verilerini çok benzer bir tarzda biriktirmişti. Oysa daha seçici davranan Newton bu verilerden bir teori inşa etmek için yararlandı tıpkı gündelik hayatın sağladığı çok daha harcıâlem malumatlardan yararlanan klasik ge-

leneğe mensup selefleri gibi. Kimya, elektrik ve ısı gibi yeni Baconcu konulara döndüğü Opticks'in "Sorular"ında bile, büyümekte olan deneysel yazından teorik sorunları aydınlatabilecek belli gözlem ve deneyleri seçti. Yeni oluşmakta olan bu alanlarda henüz optikçikine denk derinlikte başarılar elde etmek mümkün değildi gerçi ama yine de 18. yüzyılın nisbeten daha seçici ve sistematik Baconcuları için son derecede zengin bir esin kaynağı olacak, kimyasal ilgi gibi kavramlar "Sorular"ın orasına burasına serpiştirilmişti. 18. yüzyılda sık sık yeniden geri döndükleri "Sorular"da Baconcuların bulduğu, deneyden Baconcu olmayan bir tarzdan yararlanılmasıydı, ancak Newton'un aynı zamanda derin bir şekilde klasik bilimsel geleneksel gelenek içinde yer alıyormuş olmasının mümkün kıldığı bir başarı.

Ama Newton'un kıta Avrupasında yaşayan Huyghens ve Mariotte gibi çağdaşları kısmen hariç tutulacak olursa, Newton örneği emsalsizdi. Başlangıcında Newton'un bilimsel eserinin tamamlanmış olduğu 18. yüzyıl içerisinde iki gelenekte birden yer alan kimse olmadı. Bu durum bilimsel kurumların ve mesleklerin hiç değilse 19. yüzyıl başına kadarki gelişmesine de yansdı. Her ne kadar bu konuda daha çok araştırma gerekiyorsa da, söyleyeceklerin daha sonraki araştırmaların incelteceği örgünün kaba yapısı hakkında bir fikir vereceğini sanıyorum. Hiç değilse temelleri düzeyinde klasik bilimler ortaçağ üniversitelerinin standart müfredatları içerisinde yerlerini almışlardı. 17. ve 18. onlara ayrılan kürsüler arttı. Gerek bu kürsülerde ders verenler gerekse Fransa, Prusya ve Rusya'da yeni kurulan ulusal bilim akademilerine atananlar, gelişmekte olan bilimlere katkıda bulunanların başlıcalarıydı. Amatör terimi 17. ve 18. yüzyılda bilimle uğraşan herkes için ayırım gözetmek için kullanılıyorsa da, bunlardan hiçbirini öyle nitelendirmek doğru olmaz. Oysa Baconcu bilimle uğraşanlar, eczacılıkta, sanayide ya da tıp okullarında iş bulan kimyagerler dışında, amatördü. Üniversitelerde 19. yüzyılın ikinci yarısına kadar diğer deneysel bilimlere yer yoktu. Her ne kadar bazı deneyselciler ulusal bilim akademilerinde mevki edinebildilerse de, genellikle buraların ikinci sınıf vatandaşlarıydılar. Yalnızca, klasik bilimlerin bariz bir şekilde gerileme sürecine girmesi daha Newton'un ölümünden önce başlamış olan İngiltere'de hatırı sayılır ölçüde temsil ediliyorlardı. Bu kontrast üzerinde daha aşağıda duracağız.

Bu bakımdan Fransız Bilimler Akademisi öğreticidir ve incelenmesi daha sonraki bölümde tartışacağımız noktanın da arka planını oluşturacak.

Termometre ve nemölçer gibi Baconcuların kullandığı araçların tasarımına katkılarından ötürü iyi tanınan Guillaume Amontons (1671-1734), Akademi'de astronom Jean Le Fevre'e bağlı bir *élève* statüsünün ötesine geçemedi. Her ne kadar, 18. yüzyılda elektrik bilimlerine katkıda bulunmuş her iki

Fransız da akademisyendiye de, bunlardan birincisi, C.F. de C. Dufay (1698-1739) kimya seksiyonuna, ikincisi, Abbé Nollet'ye (1700-1770), genellikle uygulamacıların yer aldığı, *ars mecánica* adlı hercai seksiyona dahil edilmişti. Abbe Nollet, burada ancak *Royal Society of London*'a girdikten sonra yükselerek, başkalarının yanı sıra, de Comte de Buffon'un, Ferchauld de Réaumur'un önüne geçti. Diğer yandan, mekanik bölümünün içermek üzere tasarlanmış olduğu türden yeteneklere sahip olan Abraham Breguet ise, 1816'da 69 yaşındayken, adı bir kraliyet fermanı ile sicillere kaydedilene kadar Akademi'de kendisine bir yer bulamadı.

Bu münferit örneklerin ima ettiği şeyi Akademi'nin resmî düzenlemesinde de görmek mümkün. *Physique expérimentale* için bir seksiyon 1785'e kadar kurulmadı, kurulduğunda da nisbeten daha deneysel olan *sciences physique*' (anatomi, kimya ve metalürji, botanik ve tarım ve doğal tarih ve mineraloji) içersine değil, daha matematiksel olan *ars mecánica* (geometri, astronomi ve mekanik) içersinde alındı. 1815'ten sonra adı *physique generale*'e çevrildikten sonra, üyeleri arasında denevcilerin sayısı bir süre için çok az olmaya devam etti. 18. yüzyıla bir bütün olarak baktığımızda, tabipler, eczacılar, sanayiciler, araç yapımcıları, gezgin konuşmacılar ve bağımsız geçim kaynaklarına sahip olanlarla kıyaslandığında, akademisyenlerin Baconcu fizikî bilimlere katkısının önemsiz olduğunu görüyoruz. Yine istisna, *Royal Society*'nin üyelerinin çoğunluğunun meslekleri öncelikle bilim olanlara kıyasla amatörlerden oluştuğu İngiltere.

Modern Bilimin Kökenleri

Şimdi bir an için 18. yüzyılın sonundan 17. yüzyılın ortasına dönün. O zaman klasik bilimler radikal bir biçimde dönüşürken, Baconcu bilimler kuluçka halindeydi. Hayat bilimlerindeki değişikliklerle birlikte bu iki olaylar kümesi, bugün artık Bilimsel Devrim adını almış olan şeyi oluşturuyor. Her ne kadar bu denemenin hiçbir kısmı bu olayın olağanüstü karmaşıklıkta nedenlerini açıklama iddiasında değilse de, açıklanması gerekenler alt bölümlere ayrıldığında nedenler'sorusunun ne kadar farklı görüldüğünü kaydetmekte yarar var.

Bilimsel Devrim sırasında yalnızca klasik bilimlerin dönüşmüş olması şartı değil. Dönemin çok sonlarına kadar başka fizikî bilim alanları zaten yoktu. Üstelik var oldukları kadar da, yeniden inşa edilebilecek birleşik bir teknik öğretiler bütününe sahip değillerdi. Diğer yandan, klasik bilimlerin dönüşümlerini açıklayan gerekçelerden bir kısmı, kendi geçmiş gelişim hatlarıyla ilgiliydi. Her ne kadar tarihçiler tam olarak ne kadar ağırlık verilmesi



Tipik bir Rönesans bilgininin çalışma odası. Rönesans zihniyetinin doğal bilimlere uyarlanması bir noktada atomizm (ya da daha genel bir terimle, parçacıklılık — corpuscularism—) biçimini aldı. Ancak bu atomizmi 19. yüzyılın modern atomizmi ya da, hatta yapılan bütün göndermelere karşın, Lucretius'un klasik atomizmi ile karıştırmamak gerekir. Rönesans için atomlar, bütün maddelerde ortak olan maddilik (yer kaplamak) dışında başka bir özellik taşımayan, ancak aldığı değişik değerler ayırışan bir değişkenin tezahürleri değildi; aksine, modern atomizmden çok animizme yakındı. Rönesans için atomlar, her türün özgül niteliklerini, gelişme ve hareket ilkesini içinde barındıran en küçük birimdi. Bu atomizm için türlerin birbirine dönüşmesi, atomların mekanik bir yer değiştirmesi değil neredeyse organik diye nitelenebilecek bir süreçti. O kadar ki, Francis Bacon kadar daha sonraki bir dönemin teknokratik iradesini çağırıştıran bir şahsiyet bile bu konuda Rönesans zihniyetinin bu genel atomizmini paylaşıyordu: "Duyumu olmasa da her türden gövdenin algısı olduğu kesindir: çünkü bir gövde bir diğeri üzerinde etkide bulunduğu zaman, zevke uygun olanı kucaklama ve nahoş olanı itme ya da dışlama yönünde bir seçim olur; ve ister değişen olsun ister değiştiren, bu işlemi gövdedeki bir algı önceler; çünkü aksi takdirde bütün gövdeler birbirlerinin aynı olurdu. Ve bazen, bazı tür nesnelere bu algı duyumdan çok daha hassas olur; öyle ki bununla karşılaştırıldığında duyum kaba saba bir şey olarak kalır."

gerektiği konusunda tartışıyorlarsa da, kadim (İslam ya Latin) öğretinin orta çağda bir şekilde yeniden formüle edilmiş olmasının, Kopernik, Galileo ve Kepler gibi şahsiyetler üzerinde büyük bir etkisi olduğu konusunda kimsenin kuşkusu yok. Grosseteste'den türeyen metodolojik geleneğe rağmen, ben Baconcu bilimler için benzer bir skolastik kaynak göremiyorum.

Bugün Bilimsel Devrim'i açıklamak için başvuru olan diğer faktörlerin büyük bir kısmı hem klasik hem de Baconcu bilimlerin evrimine katkıda bulundu, ama çoğunlukla farklı biçimlerde. Yalnız modern bilimlerin uygulandığı çevrelerde, önce Hermetik¹⁹, daha sonraları parçacıkçı ve mekanik yeni entelektüel bileşmelerin etkileri, bu farkları gözden geçirmek için bir ilk örnek sağlıyor. Hermetik hareketler, bazen matematiğe statü kazandırdılar, doğada matematiksel düzenlilikler keşfedilmesini teşvik ettiler ve zaman zaman da bu şekilde keşfedilen matematiksel formların bilimsel nedenler zincirinin nihaî noktası olduğu farzedilen biçimsel nedenler olarak tarif edilmesinin yolunu açtılar²⁰. Kepler'de daha batınî, ikinci bir Hermetik izin yanı sıra, hem Galileo hem Kepler'de matematiğe verilen giderek artan bu ontolojik rolü görmek mümkün. Kepler ve Gilbert'tan Newton'a kadar, Aristoteles evreninde gezegenleri yörüngesinde tutan kürelerin bıraktığı boşluğu, Hermetik düşüncede önemli bir yer tutan doğal sempati ve antipatiler doldurdu ama Newton'a varıldığında artık ikincil bir rol oynamaya başlamışlardı.

Giderek artan bir ölçekte reddedildiği 17. yüzyılın son üçte birinden sonra Hermetik mistisizmin yerini kadim atomculuktan türeyen parçacıkçı felsefelerden biri aldı. Büyük ya da mikroskopik gövdeler arasındaki çekim ve itim güçleri artık itibar bulmuyordu ve bu, Newton'a karşı muhalefetin başlıca kaynaklarından biriydi. Ama parçacıkçılığın gerektirdiği sonsuz evren içersinde tercihli bir merkez ya da yön olamazdı. Sürekliliğini doğal olarak koruyan ancak doğrusal olabilir ve bu doğrultudan ancak parçacıklar arası çarpışmalardan ötürü şaşabilirdi. Bu yeni perspektif Descartes'ı doğrudan doğruya Newton'un hareketin Birinci Yasası'na ve yeni bir sorun olan parçacıklar arası çarpışmaların incelenmesi aracılığıyla, İkinci Yasası'na da bağlar. Klasik bilimleri dönüştüren faktörlerden birinin, bu bilimlerin içinde yer aldığı ve önce Hermetik sonra parçacıkçı olan entelektüel iklim olduğu çok açık.

Aynı entelektüel ortam Baconcu bilimleri de, ama farklı gerekçelerle ve değişik biçimlerde etkiledi. Kuşkusuz Hermetik geleneğin batınî sempatileri vurgulanması, 1550'den sonra elektrik ve manyetizme neden daha fazla ilgi duyulmaya başlandığının açıklanmasına katkıda bulunan faktörlerden biridir; benzer etkiler Paracelsus'un dönemi ile von Helmont'un dönemi arasında kimyanın itibar kazanmasına yol açtılar. Ama sürdürülmekte olan araştırmaların giderek daha fazla, Hermetizm'in Baconcu bilimleri ve hatta belki de bütün

Bilimsel Devrim'i, doğayı, çoğunlukla da zekice tasarlanmış cihaz, araç ve makinalarla işleyip kontrol eden Faust'vari "magus"²¹ figürü aracılığıyla etkilemiş olduğunu düşündürüyor. Son yıllarda yeni deneysel bilimin doğuşu hakkındaki tarihsel kavrayışımızın dönüşmesine en fazla katkıda bulunmuş olan şey, Francis Bacon'un bir *magus* olan Paracelsus ile deneysel filozof Robert Boyle arasında bir geçiş figürü olduğunun farkına varmak oldu.²²

Klasik çağdaşlarının aksine parçacıklılığa geçişin Baconcu bilimler üzerindeki etkisi ikircikli oldu; Hermetizm'in sözcülemi astronomi ve mekaniğe kıyasla, kimya ve manyetizmde daha uzun süre varlığının korumuş olmasının nedenlerinden biri budur. Şekerin tatlılığını, parçacıklarının dili yatıştırmasından hareketle açıklama, içerdiği sakarin gücünden hareketle açıklamaya kıyasla pek de bir ilerleme sayılmaz. 18. yüzyıl Baconcu bilimlerin gelişmesinin sık sık, Hermetik hareketin doğal sempati ve antipati kavramlarına pek de uzak olmayan, ilgi ve phlogiston gibi kavramların yönlendiriciliğine ihtiyaç duyduğunu gösterecekti. Ama diğer yandan parçacıklılık deneysel bilimlere büyüden ayırdederek, fazlasıyla ihtiyaç duyulan bağımsızlığı teşvik etmiş oldu. Daha da önemlisi, deney yapmak için Aristoteles ya da Platonculuğun hiçbir biçimin sağlayamayacağı bir gerçekçe sağladı. Bilimsel açıklamalara egemen olan gelenek, açıklama için biçimsel neden ya da özler talep ettiği sürece, yalnızca olayların doğal akışıyla ilgili veriler açıklamaya ilişkin olabildi. Deney yapmak ya da doğayı kısıtlamak, ona şiddet uygulamaktı ve dolayısıyla şeyleri o şey yapan "doğa" ya da biçimlerin gizlenmesine yol açardı. Parçacıklı bir evrende ise deneyin bilimlerle ilişkisi açıldı. Deney, doğal fenomenlerin kaynağı olan mekanik koşul ve yasaları değiştiremediği gibi, onlara ışık tutabilirdi. Bacon'un zincire vurulmuş Küpid kıssasından tekrar tekrar çıkardığı hisse buydu.

Kuşkusuz yeni bir entelektüel ortam Bilimsel Devrimi açıklayan yegâne sebep olamaz ama açıklama için başvuru diğer faktörler de, klasik ve Baconcu alanlar ayrılarak ele alındığında tutarlılık kazanıyorlar. Rönesans sırasında orta çağ üniversitelerinin öğretim üzerindeki tekelleri yavaş yavaş kırıldı. Yeni servet kaynakları, yeni hayat tarzları ve yeni değerlerin, eskiden zanaatkar ya da usta işçi diye sınıflandırılan bir grubun yeni bir statü kazanması üzerinde birleşik bir etkisi oldu. Matbaanın icadı ve yeni bazı kadim kaynakların ele geçirilmesi, bu grubun üyelerine, eskiden olsa olsa kilise-üniversite çevresindekilerin ulaşabilecekleri bir bilimsel ve teknolojik mirasa ulaşma fırsatını verdi. Bunun, en parlak örneği Brunelleschi ile Leonardo'nun meslek hayatlarında görülen, 15. ve 16. yüzyıllar boyunca zanaat loncalarından, uzmanlıkları resim, heykel, mimarî, istihkâm, su tesisatı, inşaat ve savaş araçları tasarımını kapsayan sanatçı-mühendislerin çıkması oldu. Giderek karmaşıklaşan bir himaye ilişkileri ağı ile desteklenen bu insanlar Rönesans sa-

raylarının ve daha sonra bazen Kuzey Avrupa'nın şehir yönetimlerinin hem müstahdemi ama aynı zamanda süsü de oldular. Bunlardan bazıları, kendilerini Hermetik ve Yeni Platoncu kaynaklarla tanıştıran Hümanist çevrelerle de ilişki içersindeydiler. Ancak yeni seçkin öğrenime katılmalarını mümkün kılan statülerinin asıl dayanağı bu kaynaklar değildi. Statüleri, meşruyetini Vitruvius'un *De architectura*'sı, Öklid'in *Geometri* ve *Optik*'i, Aristoteles'e atfedilen *Mekanik Problemler*'i ve 16. yüzyılın ortalarından itibaren de hem Arşimed'in *Yüzen Gövdeler*'ini hem de Hero'nun *Pnömatika*'sını zikredebilip bunlar hakkında tutarlı yorumlar yapabilme yetenekleriydi.

Bu yeni grubun Bilimsel Devrim için önemi tartışma götürmez. Birçok bakımdan Galileo, her bakımdan Simon Stein bu gelişmelerin üründürler. Ancak burada vurgulanması gereken, gerek bu grubun üyelerinin kullandıkları kaynakların gerekse etkiledikleri alanların, klasik diye sınıflandırdığımız kümeye dahil oldukları. Sanatçı olarak olsun (perspektif alanında), mühendis olarak olsun (inşaat ve su tesisatı) matematik, statik ve optik alanlarındaki kaynaklardan yararlandılar. Başlangıçta, o kadar fazla olmasa da astronomi de ufuklarının içinde yer alıyordu. Vitruvius'un hedeflerinden biri hassas güneş saatleri yapmak; Rönesans'ın sanatçı-mühendisleri kimi zaman bu hedefi, başka astronomik araçları da içerecek şekilde genişleterek benimsediler.

Her ne kadar merkezî bir öneme sahip olmasa da, bu sanatçı-mühendislerin il-gilerinin klasik bilimlerin yeniden kurulmasına bir katkısı oldu. Büyük bir olasılıkla Brahe'nin yeni araçlarının ve kesinlikle Galileo'nun daha sonra Toricelli'nin barometresine öncülük edecek olan, su pompasının sınırları ve çeşitli malzemelerin gücü üzerindeki çalışmalarının kaynağı bu klasik ilgiydi. Daha tartışmalı olmakla birlikte, yerel hareketi aynı zamanda hem daha geniş bir felsefi problem olan değişme probleminden ayırmanın, hem de incelenmesinde geometrik oranlardansa sayıların kullanılmasına yol açanın tüfekçilikteki gelişmeler olduğu düşünülebilir. Bunlar ve bunların çevresinde yer alan konular Fransız Akademi'sine *arts mécaniques* adı altında bir seksiyonun dahil edilerek geometri ve astronomi ile gruplandırılmasına yol açtı. Akademinin bundan sonra diğer Baconcu bilimlere bir yuva sağlamaması müteakibini Rönesans sanatçı-mühendislerinin ilgi konularının boyacılık, dokuma, cam yapımı, seyrüsefer gibi zanaatlerin matematiksel ve mekanik olmayan veçhelerini içermemesinde bulur. Oysa bunlar tam da yeni deneysel bilimlerin doğumundan büyük bir rol oynayacak olan zanaatlerdi. Bacon'un programatik bildirileri bütün bu mekanik olmayan zanaatlerin doğal tarihlerinin yazılmasını öngörüyordu; bu doğal tarihlerden bazıları yazıldı da.

Analitik düzeyde bile olsun mekanik ve mekanik olmayan zanaatler arasında bir ayırımın yararı üzerine hiç tartışılmamış olduğu için, bundan sonra söyle-

yeceklerim, bundan öncekilerden bile daha büyük bir ihtiyat payı ile ele alınmalı. Eğitilmiş bir ilginin konusu olmaya mekanik olmayan zanaatler mekanik olanlardan daha sonra başladı. Belki başlangıçta Paracelsusçu tavırlar tarafından teşvik edilmiş olan bu ilginin artık yerleşik bir vakıa halini aldığı, en erkeni 1540'ta yayınlanan Biringuccio'nun *Pyrotechnia*'sı, Agricola'nın *De re metallica*'sı, Robert Norman'ın *Newe Attractive*'i ve Bernard Palisssy'nin *Discours*'u gibi kitaplar tarafından kanıtlanmaktadır. Mekanik zanaatlerin daha önceden kazanmış oldukları itibarın, kuşkusuz bu kitapların yayınlanmasına bir katkısı oldu ama yine de onları ortaya çıkan gelişmeler farklıydı. Mekanik olmayan zanaatlerde çalışanların çok azı herhangi bir hâmi bulabiliyor ya da —17. yüzyıldan önce— loncaların sınırlamalarından kurtulabiliyorlardı. Klasik döneme atfedilen Hermetik yazının ve magus figürünün onlar için matematiksel-mekanik alanlarda çalışan çağdaşları için olduğundan daha önemli olmasının nedenlerinden biri, hiçbirinin yararlanabileceği hatırı sayılır bir klasik geleneğe sahip olmamasıydı²³. Kimya hariç tutulursa, eczacı ve doktorlar arasında pratikle pratik hakkındaki eğitilmiş tartışmalar nadiren birarada bulunuyordu. Ama yalnızca kimya değil, diğer mekanik olmayan zanaatler hakkında kitaplar yazarak Baconcu bilimlerin gelişmesi için gerekli verileri sağlayanlar arasında doktorlar, gerçek sayılarını aşan oranda bir yer tutuyorlardı. Agricola ve Gilbert bu konudaki yalnızca ilk örnekler.

Köklerini daha eski zanaatlerde bulan bu iki gelenek arasındaki bu farklılık diğer bir farklılığı da açıklayabilir. Rönesans sanatçı-mühendisleri toplumsal bakımdan faydalıydılar, bunu biliyorlar ve bazen taleplerini bu faydayla temellendiriyorlardı ama yine de yazılarındaki faydacı unsurlar, mekanik olmayan zanaatlerden yararlanan çağdaşlarınıninkiyle kıyaslandığında çok daha az ısrarlı ve hırçındır. Leonardo'nun icad etmiş olduğu mekanik buluşların gerçekten yapılabilir olup olmadığıyla ne kadar az ilgilendiğini hatırlayın; ya da Galileo, Pascal, Descartes ve Newton'un yazılarını Bacon, Boyle ve Hooke'unkilerle karşılaştırın. Faydacılık, her iki grup yazıda da yer alan bir unsur olmala birlikte ancak ikinci grupta merkezî bir yer tutar. Bu Baconcu ve klasik bilimler arasındaki sonuncu büyük farklılık hakkında bir ipucu sağlayabilir.

17. yüzyılın sonuna ulaşıldığında kendisine çok yönlü bir kurumsal temel bulmuş olan kimya dışında, hem Baconcu hem klasik bilimler, hiç değilse 1700'lerden başlayarak farklı ulusal ortamlarda serpildi. Her iki bilim tarzının araştırmacıları da Avrupa ülkelerinin çoğunda bulunuyordu ama Baconcu bilimlerin merkezi, tartışma götürmez bir biçimde Britanya, matrematiksel olanları ise Kıta ve özellikle de Fransa'ydı. Britanya'da 19. yüzyılın ortasına kadar, Bernoullis, Euler, Lagrange, Laplace ve Gauss gibi matematikçilerle karşılaştırılabilecek son büyük isim Newton'unkidir. Baconcu bi-

16. yüzyılda bir Alman şehri. 17. yüzyıldan başlayarak Paris ve Londra tarihte eşine rastlanmamış bir kurumlaşmanın, modern devletin, beşiği oldu. Bu kurumlaşma giderek genişleyen bir çemberi askerî, iktisadî ve ideolojik nüfuzu altına aldı. Ancak 17. ve 18. yüzyıllar boyunca Rönesans zihniyeti Almanya'nın, İtalya'nın ve Akdeniz'in geleneksel dolaşımı ile beslendiği ölçüde güney Fransa'nın şehirlerinde varlığını sürdürdü. Bu sürekliliği, yüksek kültür düzeyinde, sözgelimi Giambatista Vico'nun Rönesans bilimlerinin kraliçesi filolojinin ilkelerinden hareketle yeni bir tarih bilimi kurma çabası ya da kendi doğumunu "Yıldızların durumu elverişliydi; güneş o gün Sümbüle burcunda ve en yüksek noktasında bulunuyordu; Müşteri



ve Zühre ona güler yüzle bakıyorlardı, Utarit somurtkan değildi" cümleleriyle anlatmaya girişen Goethe'nin Newton'unkine karşı "romantik" bir renk kuramı geliştirme çabası gibi münferit girişimlerle sağlanıyordu. Popüler düzeydeki süreklilik ise çok daha dilsiz ve inatçıydı. 5 Temmuz 1692'de Lyon şehrinde bir şarap tüccarı ve karısı bir kancayla dövülerek öldürüldü. Soruşturmaları sonuçsuz kalınca yetkililer civar köylerden Jacques Aymar'ın yardımını kabul etmeye razı oldu. Kayıp her türlü şeyi bulmakla ün yapmış olan Aymar vaka mahallinde kopardığı bir dalın yardımıyla, üç failden birincisini 150 küsur kilometre ötelede yakaladı; diğer ikisinin ise Toulon'dan gemiye binmiş olduklarını tespit etti. Aymar'ın başarısı, dönemin en saygın bilimsel dergilerinde yıllar sürecektir tartışmaya yol açtı. Tartışmanın öncülüğünü Lyons'daki Colleges des Medecins'e kayıtlı, Galileo'nun çağdaşı Santorio Santorio'nun "görünmez terleme" kavramından yararlanan üç hekim yapıyordu. Söz konusu hekimlere göre işledikleri suçun utanç verici niteliği ve vahşiliği failerin bazı "suç", "utanç" ya da "suç" parçacıkları sağilamalarına yol açıyordu. Aymar'ın başarısı, başkaları için görünmez olan bu parçacıkları algılamasına imkân veren özel bir yetiye sahip olmasından kaynaklanıyordu.

limler söz konusu olduğunda kıta ile Britanya arasındaki kontrast daha erken ortaya çıkar ve daha az açık seçiktir ama kıtada şöhretleri, Boyle, Hooke, Hauksbee, Gray, Hales, Black ve Priestley'inkiyle yarışabilecek herhangi birini 1780'lerden önce bulmak güçtür. Dahası ilk akla gelen isimlerin çoğu İsviçre ve özellikle de Hollanda'da kümelenmiştir. Boerhaave, Musschenbroek ve de Saussure bunun örnekleri. Bu coğrafi dağılımın daha sistematik bir biçimde incelenmesi gerekiyor ama görece nüfuslar ve özellikle Baconcu ve klasik bilimlerdeki görece üretkenlik hesaba katıldığında ortaya çarpıcı sonuçların çıkacağını düşünüyorum. Ayrıca böylesi incelemeler yukarıda anılan ulusal farkların ancak 17. yüzyılın ortasında meydana çıktığını ve yavaş yavaş kuşaklar boyunca barizlik kazandığını gösterebilir. 18. yüzyılın Fransız Akademisi ile *Royal Society*'nin faaliyetleri arasındaki farklar, *Accademia del Cimento*, *Montmor Akademisi* ve Britanya'nın "Gizli Koleji"nin faaliyetleri arasındaki farklardan daha büyük değil mi?

Bilimsel Devrim hakkındaki rakip sayısız açıklamadan yalnızca biri, bu coğrafi dağılım hakkında bir ipucu sağlıyor. Merton tezi diye anılan bu tez, daha önceleri Weber, Troeltsch ve Tawney tarafından dile getirilmiş olan ve bilimlerdeki gelişmenin kapitalizmin ortaya çıkmasından hareketle açıklanmasının geliştirilmiş bir biçimi.²⁴ Püriten ve protestan cemaatlerin, tebliğci ve militan ilk evrelerinden sonra, bilimlerin gelişmesi için çok elverişli bir "ethos" ya da "etik" geliştirdiği iddia ediliyor. Bunun birincil bileşikleri arasında, faydacılık, el emeği ve manipülatif emek de dahil olmak üzere işe atfedilen yüksek değer ve insanları önce kutsal kitapları daha sonra da doğayı kendi deneyimlerinden hareketle yorumlamaya teşvik eden bir sistem kuşkusuz sayılabilir. Böyle bir ethosu teşhis etmenin ve bunun bütün protestanlar tarafından mı yoksa yalnızca bazı Püriten tarikatler tarafından mı taşındığını belirleyebilmenin güçlüklerini burada bir yana bıraktığımızda, bu bakış açısının başlıca kusuru, çok fazla şeyi birden açıklamaya kalkışması oluyor. Bacon, Boyle ve Hooke, Merton tezine uyuyor gibi görünüyorsa, Galileo, Descartes ve Huyghens uymuyor. Her halükârda, Bilimsel Devrim'in ilk evrelerinde herhangi bir yerde, tebliğ evresini geçmiş protestan ve püriten cemaatlerin bulunduğu hiç de açık değil. Merton tezinin bu kadar tartışmaya açık olması şartıca olmamalı.

Ancak uygulama alanı Bilimsel Devrim değil Baconcu bilimlerin gelişmesini sağlayan hareketle sınırlandırıldığında tezin çökkünlüğü artıyor. Hermetizmin bu hareketin başlangıcındaki, manipülatif ve araçsal tekniklerle doğa üzerinde iktidar sahibi olma dürtüsünü desteklediğine kuşku yok. Ama 1630'lardan itibaren Hermetizmin yerini almaya başlayan parçacıkçı felsefeler böylesi değerler taşııyordu ve Baconculuk serpilip gelişmeye devam etti. Bunun özellikle de Katolik olmayan ülkelerde cereyan ettiği düşünülürse, bilimler söz konusu

olduğunda "Püriten" in ve "ethos" un ne anlama geldiğini tespit etmeye çalışmak önemli olabilir. Birbirinden bağımsız iki biyografik bilgi kırıntısı, problemi özellikle ilgi uyandırıcı bir hale getiriyor. Boyle'un ikinci hava pompasını yapan ve düdüklü tencereyi icad eden Denis Papin, 17. yüzyılın ortasındaki baskılardan ötürü Fransa'dan kaçan bir Huguenot' ydu. 1816'da Fransız Akademi'sine dayatılan araç yapımcısı Abraham Breguet, Nantes Fermanı'nın geri alınmasından sonra Neuchatel'e kaçmak zorunda kalmış bir aileye mensuptu.

Modern Fiziğin Doğuşu

Son konum daha çok bir sonsöz, daha sonraki araştırmalar tarafından geliştirilip değiştirilecek bir taslak olarak ele alınmalı. Klasik ve Baconcu bilimlerin genel olarak bağımsız gelişmelerini 18. yüzyılın sonlarına kadar izledikten sonra, bundan sonra ne olduğunu hiç değilse sormak durumundayım. Dönemin bilimler sahnesi ile en ufak bir aşinalığı olan biri bile, fizikî bilimlerin artık yukarıda anlatılan tabloya uymadığını farkedecektir (bu uymayı anlattığım tablonun daha önce görülebilmesini engelleyen faktörlerden biriydi). Değişiklik ne zaman ve nasıl oldu? Tabiatı neydi?

Cevabın bir kısmı fizikî bilimlerin de 19. yüzyılda eğitim gerektiren bütün mesleklerin geçirdiği hızlı büyüme ve dönüşmeden payını almış olmasıyla ilgili. Hukuk ve tıp gibi daha yaşlı alanlar, eskisine kıyasla daha katı, geçmişte bilinenlere kıyasla çok daha dışlayıcı entelektüel standartlara sahip yeni kurumsal biçimler kazandılar. Bilimlerde 18. yüzyılın sonundan başlayarak dergi ve derneklerin sayısı hızla arttı ve eski ulusal akademilerin aksine yenilerinin çoğu tek bir bilimsel alanla sınırlı kaldı. Matematik ve astronomi gibi köklü geleneklere sahip disiplinler, ilk kez kendi kurumsal biçimlerine sahip meslekler haline geldiler.²⁵ Benzer fenomenler Baconcu bilimlerde biraz daha yavaş bir tempoda görüldü ve bunun sonuçlarından biri, geçmişte onları birarada tutan bağların gevşemesi oldu. Özellikle kimya, en geç yüzyılın ortasında, sanayi ve diğer deneysel alanlarla bağlarını korumakla birlikte, artık her ikisinden de bağımsız ayrı bir kimliğe sahip bir entelektüel meslek haline geldi. Kısmen bu kurumsal nedenlerden ötürü, kısmen de önce Dalton'un atom teorisinin, daha sonra da dikkatlerin giderek organik bileşkekeler üzerinde yoğunlaşmasının kimyasal araştırmalar üzerindeki etkisinden ötürü, kimyasal kavramlar fizikî bilimlerin diğer alanlarında kullanılanlardan hızla ayrıştılar. Buna paralel olarak ısı ve elektrik gibi konular, giderek kimyanın dışında tutulmaya ve deneysel felsefeye ya da onun yerini almakta olan yeni bir alana, fiziğe terkedildi.

19. yüzyıldaki değişikliğin ikinci önemli bir kaynağı, matematiğin algılanış tarzının tedricen değişmesiydi. Yüzyılın belki ortalarına kadar, göksel mekanik, hidrodinamik, elastikiyet ve sürekli ve süreksiz ortamların vibrasyonu gibi konular profesyonel matematik araştırmalarının merkezinde yer alıyordu. 75 yıl sonra bunlar "uygulamalı matematik" adı altında ve artık disiplinde merkezî bir yer tutan "saf matematik" in daha soyut sorularıyla kıyaslandığında daha düşük bir statüye sahip olduğu düşünülen bir alana havale edilmişti. Her ne kadar kimi zaman matematik fakültelerinde yine göksel mekanik ya da hidrodinamik dersleri veriliyorduydu da, bunlar birer hizmet dersi olarak algılanıyor ve konularının matematiksel düşüncenin öncü sınırında yer almadığı düşünülüyordu.²⁶ Bunun sonucunda matematikteki araştırmalarla fizikî bilimlerdeki araştırmaların arasında meydana gelen kopukluk, hem kendi içinde hem de fizikî bilimlerdeki gelişimlerin üzerindeki etkisi bakımından acilen daha fazla incelenmesi gereken bir konu. Bu süreç farklı ülkelerde farklı hız ve tarzlarda gerçekleştiğinden, aşağıda tartışılacak olan ulusal farkların da gelişmesine katkıda bulundu.

Bu denemede tartışılan konular bakımından özellikle önemli üçüncü bir değişiklik türü, 19. yüzyılın ilk çeyreğinde bir dizi Baconcu alanın şaşırtıcı bir hızda ve tamamen matematize edilmesi oldu. 1800'den önce bugün fiziğin ana gövdesini teşkil eden konular arasında yalnızca mekanik ve hidrodinamik ileri düzeyde matematiksel beceriler gerektiriyordu. Diğer alanlarda geometri, trigonometri ve cebirin bazı unsurlarını bilmek tamamen yeterliydi. 20 yıl içerisinde Laplace'ın, Fourier'nin ve Sadi Carnot'nun çalışmaları yüksek matematiği ısının araştırılması için vazgeçilmez kıldı; Poisson ve Ampere aynı şeyi elektrik ve manyetizm için yaptılar ve Jean Fernel ve izleyicilerinin optik üzerinde benzer bir etkisi oldu. Ancak onların yeni matematiksel teorileri birer model olarak kabul edildikten sonradır ki, kimliği modern fiziğinkine benzer bir meslek dalı, bilimlerden biri arasında sayılır oldu. Ortaya çıkışı, eskiden Baconcu ve klasik alanları birbirlerinden ayırmış olan maniaların alçaltulmasını gerektirdi.

Bu maniaların niçin o zaman ve o şekilde alçaltulmuş olduğu, cevaplanması ek araştırmalar gerektiren bir soru. 1800'den sonra hızla matematize edilen nitel teoriler ancak 1780'lerde ya da daha sonra ortaya atılmıştı. Fourier'nin teorisi, özgül ısı kavramının tanımlanmış olmasını ve buna bağlı olarak ısı ve sıcaklık kavramlarının ayrıştırılmış olmasını gerektiriyordu. Laplace ve Carnot'nun ısı teorisi katkıları, buna ek olarak, ancak 18. yüzyılın sonunda kaydedilmiş olan adiabatik ısıtmayı gerektiriyordu. Poisson'un statik elektriksel ve manyetik teorileri matematize etmesindeki öncülüğü, Coulomb'un ancak 1790'larda yayınlanan çalışmaları sayesinde mümkün olabilirdi.²⁷ Ampere'in elektriksel akımların etkileşimini matematize etmesi, teorinin işlediği etkileri

keşfetmesiyle neredeyse hemzaman olarak gerçekleşti. Özellikle elektrik ve ısı teorisinin gelişmesi için, matematikte yakın geçmişte sağlanmış ilerlemeler önemli oldu. Belki optik dışındaki bütün alanlarda, 1800 ile 1825 yılları arasında yazılarak geçmişte deneysel olan alanları matematize eden yazılar, 20 yıl önce yazılamazdı.

Ancak Baconcu alanların içkin gelişmesi, matematiğin bu alanlara giriş tarzını açıklayamaz. Yeni teorilerin yazarlarının adlarının da gösterdiği gibi, matematize edenlerin ilk kuşağının tamamı Fransız'dı. Gauss ve George Green'in yazdıklarında zaten az etki bırakmış bir iki yazısı dışında, 1840'larda, İngiliz ve Almanlar Fransızlar'ın bir kuşak önce yaptıklarını benimsemeye ve uyarlamaya başlamadan önce benzeri bir gelişme başka hiçbir yerde olmadı. Büyük bir olasılıkla Fransızlar'ın bu erken öncülüğünü açıklayacak olan, kurumsal ve bireysel faktörler olacak. Mézières'de Ecole du génie'ye *physique expérimentale* öğretmek üzere 1760'larda önce Nollet daha sonra da Monge'nin tayin edilmesiyle başlayarak Baconcu konular Fransız askerî mühendislerinin eğitimlerine giderek daha fazla nüfuz etmeye başladılar.²⁸ Bu eğilim 1790'larda, öğrencilere yalnızca *arts mécanique*'le ilgili klasik konulara değil, kimya, ısı ve diğer ilişkili konuların da öğretildiği yeni bir eğitimi kurumu türü olan Ecole polytechnique'in kurulmasıyla doruğuna ulaştı. Eskiden deneysel olan alanlara dair matematiksel teoriler üretenlerin hepsinin Ecole polytechnique'te öğrenci ya da hoca olmaları bir rastlantı olmaz. Yapıtlarının yöneldiği doğrultunun belirlenmesinde, Newton'un matematiksel fiziğini, matematiksel olmayan alanlara uygulayan Laplace'ın heybetli önderliğinin de önemli bir rolü oldu.²⁹

Hem karanlık hem de tartışmalı olan nedenlerden ötürü, yeni matematiksel fizik Fransa'da 1830'dan sonra hızla geriledi. Bu, kısmen genel olarak Fransız bilimindeki hayatiyet yitiminin bir parçasıydı ama büyük bir olasılıkla daha da önemli olan, özellikle yüzyılın ikinci yarısından itibaren fiziğin somut sorunlarından uzaklaşmaya başlayan matematiğe geleneksel olarak atfedilen birincil rolün yeniden vurgulanmaya başlamasıydı. Kimya ve matematik gibi eskiden karşılaştırılabilir olan alanlara kıyasla, 1850'den sonraki bir yüzyıl boyunca, hâlâ hassas deneylere bağımlı olmakla birlikte bütün alanları matematiksel bir hale gelmiş olan fiziğe Fransızlar'ın katkısı, o zamana kadar görülmemiş bir düzeye düştü.³⁰ Fizik klasik-Baconcu uçurumunun üzerine diğer bilimlerin gerektirmediği kadar sağlam bir köprü kurulmasını gerektiriyordu.

Dolayısıyla yüzyılın ilk çeyreğinde Fransa'da başlayan şeyin, daha sonra başka yerlerde, öncelikle de 1840'larda İngiltere ve Almanya'da yeniden yaratılması gerekti. Beklenebileceği gibi her iki ülkede de mevcut kurumsal

biçimler, deney konusunda hünerli olan araştırmacılarla matematikte hünerli olanlar arasında sıkı bir iletişimin kurulmasına bağlı olan bu alanın gelişmesinin önünde başlangıçta bir engel oluşturdu. 20. yüzyıl fiziğinin kavramsal dönüşümlerinde Almanlar'ın oynadığı hatırı sayılır rolün de tanıklık ettiği Alman başarısının nedenlerinden biri, Neumann, Weber, Helmholtz ve Kirchoff gibi adamların, fizik adı altında, hem deneyci hem de matematikçi olan teorisyenlerin biraraya gelebilecekleri sıralarda Alman eğitim kurumlarının büyük bir hızla büyümeleri ve dolayısıyla esnek bir yapı kazanmaları olmalı.³¹

Bu yüzyılın ilk on yıllarında Alman modeli dünyanın diğer bölgelerine de yayıldı. Yayıldıkça da Baconcu ve klasik bilimler arasındaki köklü ayrım çizgisi bulandı ve hatta yokolmuş gibi göründü. Ama başka bir açıdan bakıldığında yer değiştirdiğini, farklı alanlar arasında olmaktan çıkarak fiziğin içinde bir ayrım çizgisi haline geldiğini söylemek mümkün. Bulunduğu bu yerden de bireysel ve meslekî çeşitli gerginliklerin kaynağı olmaya devam ediyor. Söylemeye çalıştığım şu: Fizik bütün alanlarında matematiksel hale geldiği içindir ki, teorik ve deneysel fizik, her ikisinde birden yükselmesi imkânsız addedilecek kadar farklı alanlar olarak görülüyor. Matematiğin teoriye o kadar içkin olmadığı kimya ve biyoloji gibi alanlarda deneyle teori arasında böyle bir karşılık görülüyor. Belki de matematiksel bilimle deneysel bilim arasında, kaynağını insan zihninin doğasında bulan bir uçurum, bugün de hâlâ varlığını sürdürmektedir.

Çeviren: İskender Savaşır

NOTLAR:

1. Bu iki yaklaşım hakkında daha etraflı bir tartışma için bkz. Kuhn, "History of Science", *International Encyclopedia of the Social Sciences*, XIV (New York, 1968). Burada bilim tarihiyle ilgili olarak yapılan bu ayrımın çok daha iyi bilinen "içselci" ve "dışsalci" ayrımından ayrıldığına dikkat çekmek istiyorum. İçselci diye anılan bütün yazarlar ya tek bir alanın ya da birbirleriyle yakından ilişkili bir fikirler kümesinin evrimi üzerinde çalışıyorlar; dışsalcılar ise nerdeyse değişmez bir biçimde bilimi tek olarak ele alan gruba giriyorlar. Ama o zaman da içselci ve dışsalci adlandırmaları artık uymaz oluyor. Örneğin Alexandre Koyré gibi tek bir bilim üzerinde çalışmış olanlar, bilimsel gelişmeyi açıklamak için bilim-dışı fikirlere başvurmakta duraksamıyorlar. Dindikleri şey, B. Hessen, G. N. Clark ve R. K. Merton gibi yazarların dikkat çektikleri sosyo-ekonomik ve kurumsal faktörlere başvurmak. Ama bu entelektüel olmayan faktörler de, bilimlere tek olarak ele alan yazarlar tarafından her zaman önemsenmemiştir. Dolayısıyla "içselci-dışsalci tartışması", aslında, bu adlandırmanın çağrıştıracığından farklı konular hakkındadır ve bu adlandırmayı kullanmak zararlı olabilmektedir.

2. Kehribarın, hızla sürtüldüğü takdirde yüksek bir çekim gücü kazandığı kadim çağlardan beri biliniyor. (çeviren.)

3. Bu konuda, aşağıda sayılacak olanların yanı sıra bkz. Kuhn, "Scientific Growth: Reflections on Ben-David's 'Scientific Role'", *Minerva* (1972), 166-178.

4. Bu sentez çabaları benim meslek hayatımın başına kadar uzanıyor. Başlangıçta bunlar birbirlerinden tamamen farklı görünen iki biçim aldı. Bunlardan, 2. dipnotta zikredilen birincisi, sosyoekonomik faktörlerle bilimsel fikirlerin gelişmesi ile nasıl ilişkilendirileceği meselesiydi. Herbert Butterfield'in çok etkili ve takdire şayan kitabı *Origins of Modern Science*'in (Londra, 1949), yayınlanmasıyla ön plana çıkan ikincisiyse, 17. yüzyılın Bilimsel Devrim'inde deneysel yöntem rolü üzerinedi. Butterfield'in ilk dört bölümü modern çağın ilk dönemleri biliminde meydana gelen kavramsal dönüşümlerin "öncelikle yeni gözlem ya da verilerden değil, bilim adamlarının zihinlerinde meydana gelmekte olan sistematik değişikliklerden... düşünce tarzlarını değiştirmelerinden" kaynaklandığını ikna edici bir biçimde açıklamıştı. Daha sonraki iki bölüm ise "Onyedinci Yüzyılda Deneysel Yöntem" ve "Bacon ve Descartes" hakkında, nisbeten daha geleneksel bazı anlatılar içeriyordu. Bu konular elbette bir şekilde bilimsel devrime ilişkin ama bunlar hakkındaki bölümlerdeki malzemenin pek azı, kitabın başka bölümlerinden herhangi bir şekilde işe koşuluyordu. Daha sonra anladım ki, bunun nedeni Butterfield'in, özellikle "Kimyadaki Ertelenmiş Bilimsel Devrim" bölümünde 18. yüzyıldaki kavramsal dönüşümlere de, onyedinci yüzyıl o kadar başarıyla açıklamış olan, "yeni veriler değil yeni düşünce tarzı" modelini uygulamaya çalışmasıydı.

5. Bu "klasik bilimler" kısaltması bir karışıklığa yol açabilir çünkü klasik kadim çağda anatomi ve fizyoloji de çok gelişmiş bilimlerde ve burada klasik fizikî bilimlere atfedilen gelişkinlik özelliklerinin hepsine değilse bazılarına onlar da sahipti. Fakat bu biyolojik-tıbbî bilimler, çoğunluğu tıp ve tıbbî kurumlarla ilişkili ikinci bir grup insan tarafından sürdürülen ikinci bir klasik kümenin unsurlarıydı. Bu ve diğer bazı farklardan ötürü her iki küme bir arada değerlendirilemez ve hem aşırı karmaşıklıktan kaçınmak için hem de kendi yeterliliğimin sınırlarından ötürü, ben konuyu klasik fizikî bilimlerle sınırlandıracağım.

6. Genel olarak karmaşık ve inceltilmiş veriler, ancak bu tür verilerin toplanmasının toplumsal olarak yararlı olarak algılanan bir işlevi olduğu durumlarda ortaya çıkar. Bu tür veriler gerek duyan anatomi ve fizyolojinin kadim çağlarda çok gelişmiş olması, söz konusu disiplinlerin tıpla ilişkilerinden kaynaklansa gerek. Ama bu ilişkinin bile, özellikle de Ampirikler (!) tarafından karşı çıkılan ateşli bir tartışma konusu olması, kadim çağlardan 16. yüzyıla temel hayat bilimlerinin nisbeten daha genel taksonomik, karşılaştırmalı ve gelişime yönelik amaçlarına cevap verecek (Aristoteles ve Teofrastus dışında) bu kadar az veri kalmış olmasını açıklayabilir. Klasik fizikî bilimler içerisinde yalnızca astronomi toplumsal bakımdan görünür bir yararı olabilecek veriler gerek gösteriyordu (takvimler ve M. Ö. 2. yüzyıldan sonra horoskoplar).

7. Bu paragraf, klasik bilimler Latin orta çağı boyunca süren araştırma gelenekleri olarak değerlendirildikleri takdirde ortaya çıkan tarihçilik problemleri üzerinde duran John Murdoch'la yaptığım tartışmalardan önemli ölçüde yararlanılarak yazıldı. Bu konuda bkz. Murdoch'un "Philosophy and the Enterprise of Science in Later Middle Ages", Y. Elkann'ın derlediği *The Interaction between Science and Philosophy*'nin (New York, 1974) içinde; s. 51-74.

8. Beşerî bilimler de dönüştüyse de, 15. yüzyıla 18. yüzyıl arasında büyük ölçüde statü kaybettiler. Artık giderek pratik konulara, kompozisyona, mizaca, araç-gereç yapımına hasredilen denemelerin ilk bölümleri beşerî bilimler hakkında oluyordu. Klasik bilimlerin ko-nularının son derecede teorik denemeler için bile merkezî bir önem kazanmasıyla birlikte, müzik bunlardan ayrıştı. Ama bu ayrışma geç gerçekleşti ve hiçbir zaman mutlak olmadı. Kepler, Mersenne ve Descartes armoni üzerine yazdılar; Galileo, Huyghens ve Newton konuyla ilgilendiler; Euler'in *Testamen novae theoriae musicae*'si köklü bir geleneğin ürünüdür. 1739'daki yayınından sonra, armoni artık kendi için araştırılan bir konu olmaktan çıktı ama bu arada, başlangıçta onunla ilgili görülmüş olan bir konu onun yerini almıştı bile; gerilmiş tellerin, hava sütunlarının osilasyonunun ve genel olarak akustığın teorik ve deneysel incelenmesi. Joseph Saveur'un (1653-1716) meslek hayatı müzik olarak armoniden akustik olarak armoniye geçişin açık bir örneğini temsil eder.

9. Kuşkusuz böylesi bir dönüşüm klasik hayat bilimlerinde, anatomi ve fizyolojide,

gerçekleşti. Dahası bunlar Bilimsel Devrim sırasında dönüşen yegâne biyolojik-tıbbî bilimlerdi. Ama hayat bilimleri öteden beri hassas gözlemlere ve zaman zaman da deneylere bağımlı olmuştu; otoritelerini, Galen örneğinde olduğu gibi, kimi zaman fizikî bilimler için önemli olanlardan farklı kadim yazarlardan alıyorlardı; gelişmeleri de tıp mesleğinin ve kurumlarının gelişmesiyle içiçe geçmişti. Dolayısıyla 16. ve 17. yüzyıllarda hayat bilimlerinde yer alan kavramsal dönüşümleri ve kapsamlarının genişlemesini açıklamak için başvurulması gereken faktörler, fizikî bilimler için başvurulması gerekenlerle hiç de aynı değildir. Ama meslekdaşım Gerald Geison'la sık sık yaptığım konuşmalar, burada geliştirilmeye çalışılana benzer bir perspektifin onların incelenmesi için de verimli olabileceği yolundaki öteden beri sahip olduğum izlenimi pekiştirdi. Böylesi bir amaç için matematiksel ve deneysel gelenekler arasındaki farkın önemi çok az olacaktır ama tıbbî olan ve olmayan hayat bilimleri arasındaki ayrım kritik olabilir.

10. Batıda 12. yüzyılda Araplar'dan öğrenilenden hareketle çalışılmaya başlayan cebir, önceleri "the art of the cross" diye anılıyordu. (çeviren.)

11. A. C. Crombie, *Robert Grosseteste and the Origins of Experimental Science, 1100-1700* (Oxford, 1953); J. H. Randall, Jr., *The School of Padua and the Emergence of Modern Science* (Padova, 1961).

12. Orta çağda deney geleneği hakkında yararlı ve kolay ulaşılabılır bir örnek için bkz. Dante *Paradiso*, ikinci kanto. Eman McMullin'in derlediği *Galileo, Man of Science*'in (New York, 1965) dizinindeki " deney, Galileo'nun yaptındaki rolü" maddesinde hareketle yapılacak bir tarama, Galileo'nun orta çağ geleneği ile ilişkisi sorununun ne kadar karmaşık ve tartışmalı olduğunu gösterecektir.

13. Kapsamlı bir örnek için bkz. Kuhn "Robert Boyle and Structural Chemistry in the Seventeenth Century" *Isis*, XLIII (1952), 12-36.

14. Bkz. A. Millar'ın derlediği *The Works of the Honourable Robert Boyle*'da (Londra, 1744) "Hydrostatical Paradoxes, Made out by New Experiments". Pascal'in kitabı hakkındaki tartışma yazının ilk sayfasında yer alıyor.

15. Galileo'nun sarkaca yaklaşımına bir orta çağ girişi için bkz. Marshall Clagett, *The Science of Mechanics in the Middle Ages*. Toricelli'nin barometresine giden yol için bkz. C. de Waard'ın yeterince bilinmeyen monografı; *L'experience barometrique, ses antecedents et ses explications* (Thouars [Deux-Sevres], 1936).

16. Alexandre Koyre, *Etudes Galileens* (Paris, 1939); Butterfield, *Origins of Modern Science*.

17. Entelektüel bir ilgi alanı olarak kimyanın erken bir evresi için bkz. Marie Boas, *Robert Boyle and Seventeenth Century Chemistry* (Cambridge, 1958). Hayatı önem taşıyan daha sonraki bir evre içinse bkz. Henry Guerlac, "Some French Antecedents of the Chemical Revolution", *Chymia*, V (1959).

18. I. B. Cohen, *Franklin and Newton* (Philadelphia, 1956).

19. Kaynağının, hem astrolojinin hem simyanın kurucusu olarak zikredilen efsanevi Hermes Trimegistus olduğu farzedilen gizli bilgiler bütünü. Daha da genel olarak "batını" anlamında kullanılır. Bkz. dipnot 21 (çeviren).

20. Tarihçiler, bilimsel Devrim sırasında, bir araç ya da ontoloji olarak matematige daha fazla önem atfedilmeye başlandığının hiç değilse yarım yüzyıldır farkında. Bu, yıllar boyu Rönesans Yeni Platonculuğunun bir sonucu olarak yorumlandı. Bundansa "Hermetizm" etiketini kullanmak (başka bazı önemli yeniliklerin keşfedilmesine katkıda bulduysa da) bilimsel düşüncenin bu vechesinin açıklanmasına katkıda bulunmuyor. Bu değişiklik yakın geçmişimizdeki araştırmaların tartışılmasına burada giremeyeceğim bir sınırlılığına işaret ediyor. Bugünkü kullandığı şekliyle "Hermetizm", Yeni Platonculuk, Kabalizm, Rosicrucianizm ve başka ne bileyim ne gibi birbirleriyle ilişkili olduğu farzedilen bir dizi hareket için kullanılıyor. Bunların fena halde, zamansal, coğrafi, entelektüel ve ideolojik bakımlardan birbirlerinden ayrıştırılması gerekiyor. [Cabalizm: Kaynağı Yahudi düşüncesinde ve özellikle Talmud'un incelenmesinde bulan, sayılara mistik ve tılsımlı değerler atfeden batınî akım. Rosicrucianizm: Adı gül ("rose") ve haç ("crucifix") kelimelerinden oluşturulmuş, masonlukla akraba gizli örgüt. —Dipnotun parantez içindeki kısmı çevimcinin.]

21. Proto Hint Avrupa dilindeki magh- "iktidar ya da yetenek sahibi olmak" kökünden kaynaklanan kelime. İncil'de olağandışı bir yıldızı izleyerek İsa'nın doğum yerini keşfedip ona ibadet eden bilgelcer. Kelime İngilizce'ye "büyücü" anlamını taşıyan Latince magus'tan girmiş; hem "büyücünün gücü"nü hem "Doğu'nun hikmeti"ni çağrıştırıyor (çeviren).

22. Frances A. Yates, "The Hermetic Tradition in Renaissance Science", C. S. Ingelton'un derlediği *Science and History in the Renaissance*'in (Baltimore, 1968) içinde ve Paolo Rossi, *Francis Bacon: From Magic to Science* (Londra, 1968).

23. Her ne kadar doğrudan doğruya bu konuyla ilgili değillerse de, geçenlerde yayınlanan iki makale, önce Hermetizmin daha sonra da parçacıklılığın 17. yüzyılın entelektüel-toplumsal itibar mücadelelerinde nasıl bir yer tutmuş olabileceğini ışık tutuyor: P. M. Rattansi, "The Helmontian-Galenist Controversy in Restoration England", *Ambix*, XII (1964); T. M. Brown, "The College of Physicians and the Acceptance of Iatromechanism in England, 1665-1691", *Bulletin of the History of Medicine*, XLIV (1970).

24. R. K. Merton, *Science, Technology and Society in Seventeenth Century England* (New York, 1970). İlk kez 1938 yılında yayımlanmış olan bir eserin ikinci edisyonu olan bu kitap "Seçme Kaynakça: 1970" adlı yararlı bir kılavuz da içeriyor.

25. Bkz. E. Mendelsohn "The Emergence of Science as a Profession in Nineteenth Century Europe", Karl Hill'in derlediği *The Management of Scientists* (Boston, 1964).

26. Kuantum Fiziği Tarihi Arşivi'nde 1920'lerde İngiltere, Amerika ve Fransa'da matematikle matematiksel fiziğin ilişkisi hakkında, Leon Brillouin, E. C. Kemble ve N. F. Mot'ta yapılmış, onların döneme ait anılarını içeren konuyla ilgili söyleşiler var. Bu arşivler hakkında bilgi için bkz. T. S. Kuhn, J. L. Heilbron, P. F. Forman ve Lini Allen, *Sources for History of Quantum*

Physics: an Inventory and Report (Philadelphia, 1967).

27. Fiziğin matematize edilmesi probleminin bazı vecheleri, klasik bilimler Baconcu bilimler ayrımının ilk kez yazılı olarak yapıldığı makale olan Kuhn, "The Introduction of Measurement in Modern Physical Science", *Isis*, LIII (1961)'da incelendi.

28. İlgili malumat için bkz. R. Taton'nun derlediği *Enseignement et diffusion des sciences en France au XVIII. siècle*'in (Paris, 1964) içinde, René Taton "L'école royale du génie de Mezières".

29. R. Fox, "The Rise and Fall of Laplacian Physics", *Historical Studies in the Physical Sciences*; R. H. Silliman, "Fresnel and the Emergence of Physics as a Discipline", a.g.e.

30. Hakkındaki yazının son derecede kıt olduğu bu konuyla ilgili bilgilerin yanı sıra yönlendiricilik için bkz. R. Fox "Scientific Enterprise and the Patronage of Research in France 1800-70" *Minerva*, XI (1973); H. W. Paul "La science française de la seconde partie du XIX. siècle vue par les auteurs anglais et américains", *Revue d'histoire des sciences*, XXVII (1974). Ancak her iki yazıda fizikten çok genel olarak Fransız bilimindeki gerilemeyle ilgili; oysa bu eğilim fizikteki gerilemeden daha az bariz olan bir süreç. Fox'la konuşmalarımız bu konudaki kanaatlerimin pekişmesini sağladı ve fikirlerimi düzenlememe yardımcı oldu.

31. Russel McCormach "Editor's Foreword", *Historical Studies in the Physical Sciences*, III (1971).