Thomas S. Kuhn

ASAL GERİLİM

Bilimsel Gelenek ve Değişim Üzerine Seçme İncelemeler

KABALCI YAYINEVİ

THOMAS S. KUHN

ASAL GERİLİM

Bilimsel Gelenek ve Değişim Üzerine Seçme İncelemeler

Kabalcı Yayınevi

THOMAS S. KUHN

ASAL GERİLİM
Bilimsel Gelenek ve Değişim Üzerine Seçme İncelemeler

Türkçesi:
Yakup Şahan

Redaksiyon:
Saadet Özkal

KABALCI

KABALCI YAYINEVİ 40
İnceleme Dizisi 10

ASAL GERİLİM
Bilimsel Gelenek ve Değişim Üzerine
Seçme İncelemeler
Thomas S. Kuhn
Özgün Adı: The Essential Tension / Thomas S. Kuhn
© The University of Chicago Press, 1977
Türkçesi: Yakup Şahan
Redaksiyon: Saadet Özkal
Bu çevirinin yayın hakları
Kabalcı Yayınevi'ne aittir.

Türkçe Birinci Basım:
Kabalcı Yayınevi, 1994
ISBN 975 - 7942 - 09 - X

Yayın Yönetmeni: Vedat Çorlu
Dizgi: Saadet Özkal
Kapak Tasarımı: Vedat Çorlu
Baskı: Yaylacık Matbaası
Cilt: Temuçin Mücellithanesi

KABALCI YAYINEVİ
Başmusahip Sokak Talas Han No. 16/5
Cağaloğlu 34410 İSTANBUL
Tel: (0212) 526 85 86 - 522 63 05 Fax: (0212) 526 84 95

İçindekiler

I

Tarihyazımı Üzerine İncelemeler

1 Tarih ve Bilim Felsefesi Arasındaki Bağıntılar 25
2 Fizik Biliminin Gelişiminde Neden Kavramları 46
3 Fizik Biliminin Gelişiminde Deneysel Geleneğe Karşı: *Matematiksel* 58
4 Eşzamanlı Bulgulamaya Bir Örnek Olarak Enerjinin Korunumu 97
5 Bilim Tarihi 139
6 Tarih ve Bilim Tarihi Arasındaki Bağıntılar 163

II

Tarihötesi İncelemeler

7 Bilimsel Bulgunun Tarihsel Yapısı 205
8 Modern Fizik Biliminde Ölçümün İşlevi 220
9 Asal Gerilim: Bilimsel Araştırmada Gelenek ve Yenilenme 272
10 Düşünce Deneyleri İçin Bir İşlev 289
11 Bulgulama Mantığı ya da Araştırma Ruhbilimi 319
12 Paradigmalar Üstüne İkinci Düşünceler 351
13 Nesnellik, Değer Yargısı ve Kuram Seçimi 381
14 Bilim ve Sanat Arasındaki Bağıntılar Üstüne Yorum 405
Dizin 421

Önsöz

Seçme bildiriler içeren bir kitap yayınlama fikrini birkaç yıldır aklımdan geçiriyorduysam da, Frankfurt'tan Suhrkamp Verlag denemelerimden birkaçını Almanca bir çeviri kitabında bir araya getirmek için benden izin istemese bu tasarı hiç gerçekleşmeyebilirdi. Hem başlangıçta sundukları listeler ve hem de, bütünüyle denetleyemediğim, izni verilen çeviriler konusunda çekincelerim vardı. Ancak, o zamandan bu yana artık bir dostum olan, nazik bir Alman konuk, yeniden düzenlenen Almanca metnin basım sorumluluğunu üstlenmeyi kabul ettiğinde bütün kuşkularım dağıldı. Bu, Bielefeld Üniversitesinden felsefe profesörü Lorenz Krüger idi ve ikimiz elele vererek kitabın içindekilerin seçimi ve düzenlenmesi konusunda sıkı ve uyumlu bir çalışma yürüttük. Ayrıca, denemeler ile benim en çok bilinen yapıtım arasındaki bağıntıyı göstererek, özel bir önsöz hazırlamaya beni ikna eden de yine odur; böylece onun, yapıt için bir hazırlık mı, yoksa bir açımlama ve düzeltme mi olduğu ortaya konmuş oldu. Onun savına göre bu tür bir önsöz, benim bilimsel gelişim ile ilgili görüşümün açıkça karanlık ama asli de olan kimi yanlarını okurların daha iyi anlamasına yardımcı olacaktı. Bu kitap, onun gözetimi[1] altında yayınlanmış olan Almanca çevirinin İngilizce özgün bir değişkesi olduğu için, kendisine çok özel bir borçluluk duymaktayım.

Krüger'in düşündüğü türden bir önsözün gerektirdiği çaba kaçınılmaz olarak özyaşamöyküsel niteliktedir ve çalışmalarım,

---

[1] *Die Entstehung des Neuen: Studien zur Struktur der Wissenschaftsgeschichte* (Frankfurt, 1977). Bu kitap Prof. Krüger'in yazdığı bir önsözü içerir. İngilizce baskıya geçerken, Alman okuyuculara yönelik önsözün kimi bölümlerini çıkardım ve yerine başkalarını koydum. Ayrıca, daha önce yayınlanmamış olan denemeleri, "Tarih ve Bilim Felsefesi Arasındaki Bağıntılar" ve "Nesnellik, Değer Yargısı ve Kuram Seçimi", âdeta güçlendirdim ve parlattım. Birincisinin şimdi yeni bir sonuç kısmı var, aşağıda 7. dipnotunda değinilen kitabı okumadan önce, bu biçimde belki hazırlayamayacağım bir sonuçtur bu.

geçmişteki düşünsel yaşamım sanki gözlerimin önünden geçmekteymiş gibi bir duygu uyandırmıştır bazen. Ancak, bu kitabın içindekiler, çok önemli bir bakımdan, kendilerine yeniden dönüşümün canlandırdığı özyaşamöyküsel kuşbakışlarına uymaz. *The Structure of Scientific Revolutions* (Bilimsel Devrimlerin Yapısı) geç 1962'ye değin yayınlanmamıştı, ama böyle bir kitabın yazılması gerektiği inancı, bende elli yıl önce doğmuştu; doktora tezim üzerinde çalıştığım sırada, bir fizik öğrencisi iken. Bundan kısa bir süre sonra bilimi bıraktım, tarihini yapmak uğruna; bunun için, yayınlanmış olan araştırmam, o zaman birkaç yıl hep tarihsel, genelde de anlatı şeklinde oluyordu. Doğrusunu isterseniz, bu ilk denemelerin kimisini burada yeniden basmayı düşünmüştüm, şimdi eksikliği duyulan özyaşamöyküsel öğeyi böylelikle sağlayabileceğimi ummuştum – görüşlerimin gelişmesinde tarihsel uygulamanın bağlayıcı rolünün bir gösterilmesini. Yalnız, seçenekli içerik tablolarıyla deney yapmak, tarihsel anlatıların kafamdaki sorunları çözmekte başarısız kalacağı ve giderek önemli bir biçimde yanlış yola sürükleyeceği kanısını uyandırıyordu içimde yavaş yavaş. Bir tarihçi olarak deneyim örnek göstermek yoluyla felsefe öğretebilirse de, verilen dersler bitmiş tarihsel yazılardan uçar gider. Beni ilk ağızda tarihe yönelten oluntunun bir açıklaması, aynı zamanda, aşağıdaki denemeleri ele alabilmek için yararlı bir temel sağlamak yoluyla, neyin anlaşılması güç olduğunu gösterebilir.

Bitmiş bir tarihsel anlatı, geniş ölçüde geçmiş üstüne olgulardan oluşur, bunların da çoğu açıkça tartışma götürmez. Birçok okuyucu, bu yüzden, tarihçinin ilk görevinin metinleri incelemek, onlardan ilgili olguları çıkarmak ve yaklaşık bir zaman dizini içinde, bu olguları edebi bir güzellikle sayıp dökmek olduğunu sanmaktadır. Fizikçi olarak geçirdiğim yıllarda, tarihçi disiplini üstüne benim görüşüm buydu ve ben bunu o sıralar pek ciddiye almıyordum. Anlayışımı değiştirdiğimde (ve kısaca zanaatımı değiştirdiğimde) benim ortaya koyduğum tarihsel anlatılar, doğaları gereği, aynı yanlış-anlamanın da kaynaklarıydı herhalde. Tarihte, benim bildiğim daha başka herhangi bir disiplinden daha çok, bitmiş araştırma ürünü, onu üreten çalışmanın özyapısını gizler.

Aydınlığa çıkmam 1947'de başladı, diyeceğim onyedinci yüzyıl mekanik biliminin kökenleri üstüne bir dizi konuşma hazırlayabilmek için, o sıra uğraştığım fizik tasarımımı bir süre kesmem istendiğinde. Bu amaçla. ilkin, Galileo ile Newton'un öncüllerinin konu üzerinde neler bildiklerini anlamak gereğini duydum ve ilk araştırmalar da beni Aristoteles'in *Physica*'sındaki devinim tartışmalarına ve ondan kaynaklanan daha sonraki kimi yapıtlara sürükledi. İlk bilim tarihçilerinin çoğu gibi, bu metinlere, Newton'cu fizik ile mekaniğin ne olduğunu bilerek yaklaşıyordum. Yine onlar gibi metinlerime şu soruları soruyordum: Aristoteles'çi gelenekte mekanik üstüne ne biliniyordu ve onyedinci yüzyıl bilim adamlarına bulgulanmak üzere ne kalmıştı? Bir Newton'cu sözlükle kondukta, bu sorular aynı terimlerle yanıt istiyor ve yanıtlar da o zaman açık oluyordu. Giderek açıkça betimleyici düzeyde de, Aristoteles'çiler mekanik üstüne çok az şey biliyorlardı; onun üstüne söyleyeceklerinin çoğu da yanlıştı hep. Galileo ve çağdaşlarının çalışması için, böyle bir gelenek, bir temel sağlayamazdı. Dolayısıyla onlar da bunu reddetmişlerdi; yeni baştan mekaniği çalışmaya koyulmuşlardı.

Bu türden genellemeler geniş ölçüde yürürlükte ve açıkça kaçınılmaz idi. Ama şaşırtıcılardı da ayrıca. Fizikten başka bir konuyu işlerken, Aristoteles, keskin ve doğalcı bir gözlemciydi. Biyoloji ya da siyasal davranış gibi alanlarda, olayları yorumlayışı çoğun hem kavrayışlı ve hem de derinden olmuştu üstelik. Devinime uygulandıklarında o belirgin yetenekleri, onu böyle başarısızlığa nasıl uğratabilmişlerdi? Nasıl olmuştu da onun üstüne bunca apaçık saçma şeyi söyleyebilmişti? Hepsinin de üstünde, görüşleri, bu denli çok olan izleyicisince niçin bunca uzun süre bu denli ciddiyetle karşılanabilmişti? Ne denli çok okuyorsam, o denli de şaşkına dönüyordum. Elbet, Aristoteles de yanılabilirdi –yanıldığından da kuşkum yok– ama yanılgılarının bu denli açıkça ortada olması düşünülebilir miydi?

Unutulmaz (ve çok sıcak) bir yaz günü, bu kararsızlıklar birden dağıldı. Boğuştuğum metinleri almaşık bir yolla okuma yolunun *bağlantılı ilk esaslarını* hemen birden algıladım. İlk kez olarak, Aristoteles'in konusunun, hem bir taşın düşmesini ve hem de bir çocuğun erginliğe erişmesini içine alan, genelde bir

nitelik-değişikliği olduğu gerçeğine hakettiği ağırlığı verdim. Onun fiziğinde, mekanik bilimi olmak gereken konu, en çok, henüz –büsbütün– yanıtlanamayan özel bir durumdu. İşin daha da önemli yanı, Aristoteles evreninin süregen yapıcı maddelerinin, diyeceğim, varlıkbilimsel bakımdan birincil ve yok edilemeyen öğelerinin, maddi cisimler değil de, her yerde varlığını gösteren tarafsız madde parçasına dayanıldığında, bireysel bir maddi cisim ya da töz oluşturan nitelikler olduğunu tanımam oldu. Konum da kendi başına yine bir nitelikti Aristoteles'in fiziğinde ve konumunu değiştirmiş olan bir cisim de hep aynı şey kalıyordu; ama yalnız şu anlamda ki, bundan ötürü çocuk, dönüşmüş olduğu birey olarak sorunsaldır artık sadece. Niteliklerin birincil olduğu bir evrende, devinim zorunlu olarak bir durumdan çok bir durum değişikliği olacaktı.

Kesinlikle eksik ve pek fazla açıklıkla dile getirilmiş olsa da, Aristoteles girişimi üstüne yeni anlayışımın bu yanları, bir metin(ler) takımını okumanın yeni bir yolunu bulgulama ile ne demek istediğimi göstermelidir. Bu yolu gerçekleştirdikten sonra, sevimsiz eğretilemeler çoğunlukla doğalcı bildirilere dönüştü ve çok açık saçmalıklar kayboldu. Sonuç olarak ben Aristoteles'çi bir fizikçi olmadım, ama bir ölçüde onlardan biri gibi düşünmeyi öğrendim. Bundan böyle, Aristoteles'in devinim konusunda yapmış olduğu şeyi niçin söylediğini ya da bildirilerinin niçin bu denli ciddiye alınmış olduğunu anlamakta çok az sorunla karşılaştım. Ayrıca, fiziğindeki güçlükleri de biliyordum, ama pek çok değildi onlar ve pek azı da salt yanılgı diye belirginleştirilebilirdi yerinde olarak.

1947 yazındaki bu bağlayıcı oluntudan sonra, en iyi ya da en iyi-yaklaşılabilir okumaların araştırılması benim tarih araştırmamın özeği oldu (ve onun sonuçlarını bildiren anlatılardan dizgeli bir yolla ayrıca çıkarılıp atıldı). Aristoteles'i okurken öğrenilen dersler, Boyle ve Newton, Lavoisier ve Dalton ya da Boltzmann ve Planck gibi kimseleri okumalarıma da bilgi kazandırdı. Kısaca söylendiğinde, bu dersler iki tanedir: İlkin, bir metni okumanın birçok yolu vardır ve, modern insan için en yaklaşılabilir olanları, geçmişe uygulandıklarında, çoğun uygun gelmez. İkincisi, metinlerin esnekliği, tüm okuma yollarını aynı

değerde vermez, çünkü kimileri (son çözümlemede, yalnız biri diye düşünülebilir) öbürlerinde bulunmayan bir akla yakınlığı ve tutarlığı taşıyabilir. Bu türden dersleri öğrencilere aktarmaya çalışırken, onlara şu özdeyişi söylerim: Önemli bir düşünürün yapıtlarını okurken, ilkin metindeki açık saçmalıkları ara ve duyarlı bir kişinin nasıl oluyor da bunları yazabilmiş olduğunu kendi kendine sor. Bir yanıt bulduğunuzda, diye sürdürürüm, diyeceğim, bu pasajlar anlam aktardığında, o zaman, daha temelli pasajların, diyeceğim, daha önce anladığınızı düşündüklerinizin anlamlarını değiştirdiklerini de anlayabilirsiniz.[2]

Bu kitap en başta tarihçilere seslenmiş olsaydı, bu özyaşamöyküsel parçanın kaydedilmesine gerek kalmazdı. Bir fizikçi olarak kendi başıma bulmak zorunda kalmış olduğum şeyi, birçok tarihçi mesleki öğrenimi sırasında örnek yoluyla öğreniyor. Bilinçli ya da değil, onların hepsi, yorum yönteminin (hermeneutic) uygulayıcısıdır. Benim durumumda, yorumbilimin bulgulanması, tarihi önemli göstermekten daha öte bir şey yapmıştır. En dolayımsız ve bağlayıcı etkisi, buna karşılık, benim bilim görüşüm üzerinde olmuştur. İşte Aristoteles'le benim karşılaşmamın bu yanı, burada onu yeniden anlatmama yol açmıştır.

Onyedinci yüzyıl mekaniğinin temelini atmış olan Galileo ve Descartes gibi insanlar, Aristoteles'çi bilimsel gelenek içinde doğmuşlardı ve bu da onların başarılarına esaslı katkılarda bulunmuştu. Ne var ki, bu başarının anahtar bir yapıcı maddesi, beni başlangıçta bunca yanlış yola sokan metinleri okuma yolunu yaratmaları olmuştu, kendileri de bu yanlış okumalara çoğun katılmışlardı. Sözgelimi Descartes, *Le Monde*'da erkenden, Latince devinim tanımını alıntılayarak, Aristoteles'i gülünç halde gösterir ve, tanımın Fransızcada da çok az anlam aktardığı gerekçesiyle, çevirmeye meyil duyar ve sonra başarısız çeviriyi ortaya getirme yoluyla görüşünü tanıtlar. Ne var ki, Aristoteles'in tanımı daha önce yüzyıllarca anlam aktarmıştı, olasılıkla bir süre Descartes'ın kendine de. Bundan ötürü benim Aristoteles'i okumamın açığa vuruyormuş gibi göründüğü şey, insanla-

[2] "Notes on Lakatos"da, R. S. Kuhn'da, bu konuda çok şey bulunabilir, *Boston Studies in Philosophy of Science* 8 (1971): 137-46.

nın doğaya bakışı ve ona dili uygulayışı yolunda bir tür global değişiklikti; bilgiye eklemelerle ya da yanılmaların sadece birer birer düzeltilmesiyle oluşuyormuş gibi tam olarak betimlenemeyen bir değişiklikti. Bu tür değişiklik kısa bir yolla Herbert Butterfield tarafından şöyle betimlenecekti: "Değişik bir türde derin düşünme"[3], ve onunla ilgili bulmaca beni hemen Gestalt ruhbilimi ve ilgili alanlar üstüne kitaplara sürükledi. Tarihi bulgularken, kendi bilimsel devrimimi bulgulamıştım ve daha sonraki en iyi okumaları araştırmam, çoğun, aynı türden daha başka oluntuların bir araştırılması oldu. Bunlar, yalnız, zaman aşımına uğramış metinlerin zaman aşımına uğramış okuma yollarını anımsamak yoluyla tanınıp anlaşılabilen okumalardır.

En önemli işlerinden biri, tarihçi zanaatının özyapısı ve bunun felsefeyle ilgisi olduğu için, "Tarih ve Bilim Felsefesi Arasındaki Bağıntılar" başlığını taşıyan bir konuşma, burada yayınlanan denemelerin birincisidir. 1968 baharında yapılmış olan bu konuşma, basında daha önce çıkmamıştı; çünkü, filozoflar tarihi daha ciddiyetle karşıladıklarında kazanabilecekleri şeyler üstüne onun son olarak yaptığı saptamaları genişletmeyi düşünmüştüm ilkin her zaman. Bugünkü amaçlar için, bu eksiklik, bu kitaptaki daha başka denemelerle giderilebilir ve konuşmanın kendisi de daha önceden geçen konuları bir bakıma daha büyük bir derinlikle bu önsöze işlemek yolunda bir çaba gibi okunabilir. Bilgili okurlar, zamanının geçmiş olduğunu düşünebilirler, bir bakıma öyledir de. Nitekim sunumundan bu yana hemen hemen dokuz yıl sonra, daha birçok filozof tarihin kendi uğraşlarıyla ilgisini kabul etmişlerdir. Ama, tarihe karşı doğmuş olan bu ilgi hoş karşılansa da, bence temel felsefi sorun olan şeyi şimdiye değin çok büyük ölçüde gözden kaçırmıştır: geçmişi anımsamak için ya da, tersine, geçmişten şimdiye doğru gelişmek için, tarihçiden istenilen köklü kavramsal yeniden-ayarlanmayı.

---

[3] Herbert Butterfield, *Origins of Modern Science, 1300-1800* (London, 1949), s.1. Erken modern bilimin dönüşümü üstüne benim anlayışım gibi Butterfield'inki de Alexandre Koyré'nin yazılarından, özellikle de onun *Etudes galiléennes*'inden (Paris, 1939) büyük ölçüde etkilenmişti.

Birinci bölümdeki geri kalan beş denemenin üçü, geçerken şöyle bir değinmeden öteye bir şey istememekte. "Fizik Biliminin Gelişiminde Neden Kavramları" bildirisi, yukarda betimlenen Aristoteles açıklamasının yan ürünüdür sadece. Bu açıklama onun dörtlü neden çözümlemesinin bütünlüğünü bana öğretmemiş olsaydı, onyedinci yüzyılın mekanik ya da etkili nedenleri lehine biçimsel nedenleri reddedişinin nasıl daha sonraki bilimsel açıklama tartışmalarını zorladığını hiçbir zaman bilemezdim. Dördüncü deneme enerjinin korunumunu işlemektedir ve birinci bölümde bilimsel devrimler üstüne kitabımdan önce yazılmış tek denemedir; onunla ilgili çok az saptamam, aynı dönemden öbür bildiriler üstüne olanlarla aşağıda serpiştirilmiştir. Altıncısı, "Tarih ve Bilim Tarihi Arasındaki Bağıntılar", bir anlamda birinci bölümü başlatan bildiriye eşlik eden bir parçadır. Birçok tarihçi bunun doğru olmadığını düşündü, kuşkusuzdur ki o hem kişiseldir ve hem de tartışmaya yatkındır. Ama, yayınlanmasından bu yana, anladım ki, dile getirdiği düşkırıklıkları, en önde bilimsel fikirlerin gelişmesine ilgi duyanlarca hemen hemen genel bir biçimde paylaşılmış bulunmaktadır.

Başka amaçlarla yazılmış olsa da, "Bilim Tarihi" ile "Deneysel Geleneğe Karşı Matematiksel"in, benim *Structure of Scientific Revolutions'* umda geliştirilen izleklerle daha doğrudan bir ilgisi vardır. Birincilerin ilk sayfaları, sözgelimi, kitabın bağlı bulunduğu tarihe yaklaşımın niçin yalnız bu yüzyılın ilk üçte birinden sonra bilimlere uygulanmaya başladığını açıklamakta yardımcı olabilir. Aynı zamanda, aydınlatıcı bir garipliği de dile getirebilir. Beni ve *tarihçi* meslekdaşlarımı çok etkilemiş olan bu tür ilk tarih modelleri, benim ve *felsefeci* meslektaşlarımın hâlâ bulanık buldukları, Kant-sonrası Avrupa geleneğinin ürünüdür. Sözgelimi benim kendi durumumda, yukarda kısaca değindiğim, "yorumbilim – hermeneutic" terimi, beş yıl öncesine gelinceye değin, benim sözlüğüme girmiyordu. Ama giderek artarak, tarihin köklü felsefi bir anlamı olabileceğine inanan bir kimsenin, Anakara Avrupa'sı ile İngiliz dilinde felsefi gelenekler arasındaki eski bölünmeyi giderip, iki yanı birleştirmeyi öğrenmek zorunda olacağından kuşkulanıyorum.

Sondan bir önceki bölümde, "Bilim Tarihi"de kitabıma

durmadan yöneltilmiş olan bir eleştiri çizgisine verilen bir yanıtın başlangıcı sayılabilir. Hem genel tarihçiler ve hem de bilim tarihçileri, bilimsel gelişmeyle ilgili açıklamamın herşeyden önce bilimlerin kendi içinde bulunan etkenlerden temellenmiş olduğundan; bilimsel toplulukların, kendilerini destekleyen ve üyelerinin içinden çıkıp geldikleri toplumdaki yerini belirleyemediğimden; dolayısıyla, bilimsel gelişmenin toplumsal, ekonomik, dinsel ve, içinde oluştuğu, felsefi çevreden doğan etkilerden bağışık bulunduğuna inanıyormuş gibi göründüğümden yakınmışlardır kimi zaman. Açıkça söylemek gerekirse, bu gibi dışsal etkiler üstüne benim kitabımın söyleyecek fazla bir şeyi yoktur, ama, bunların varlığını yadsıyormuş gibi de okunmamalıdır. Tersine, en yüksek gelişmiş bilimlerin evriminin, elbette tam olarak olmasa da, mühendislik, tıp, hukuk ve güzel sanatlarınkinden (belki, müzik dışında) niçin daha tam olarak toplumsal çevresinden çıkıp doğduğunu açıklamak yolunda bir girişim gibi anlaşılmalıdır. Daha da ötesi, eğer bu yolda okunursa, kitap, dışsal etkilerin açıkça dışavurulduğu yolları ve geçtiği avenüleri işlemeyi amaçlayan kimselere kimi ilk araçları sağlayabilir.

Bu gibi etkilerin varoluşunun kanıtı, aşağıda yayınlanmış olan öbür bildirilerde, özellikle "Enerjinin Korunumu" ve "Deneysel Geleneğe karşı Matematiksel" bildirilerinde bulunabilecektir. Ama, sonuncusunun bilimsel devrim üstüne olan kitabımla olan özel ilgisi bir başka türdendir. Benim ilk sunuşumda, önemli bir yanılmanın varolduğunun altını çizer ve aynı zamanda, yanılgının sonunda giderilebileceği yolları önerir. *Bilimsel Devrimlerin Yapısı'* nda bilimsel toplulukları hep üzerinde çalıştıkları konularla tanıladım ve ayrımlaştırdım; sözgelimi, "fiziksel optik", "elektrik" ve "ısı" gibi terimlerin bilimsel toplulukları da tek tek göstermeye yarayabileceğini belirtmiştim; çünkü, bunların her biri başlıbaşına bir araştırma konusunu da göstermekteydi. Bir kez işaret edildikten sonra anakronizm de apaçık görünmeye başlar. Bu durumda şu nokta üzerinde durmak istedim: Hangi araştırma sorunları her bir grubu bağlamaktadır diye sormadan önce, eğitim ve iletişim örüntülerini incelemek yoluyla, bilimsel topluluklar ortaya çıkarılmalıdır.

Bu yaklaşımın paradigmalar kavramı üstüne etkisi, ikinci bö-

lümdeki denemelerin altıncısında gösterilmiştir ve ikinci baskısına eklenmiş olan ekstra bölümünde, kitabımın öbür yanlarıyla ilişkili olarak geliştirilmiştir. "Deneysel Geleneğe Karşı Matematiksel" denemesi, kimi uzun süredir sürdürülen tarihsel tartışmalara uygulanan aynı yaklaşımı sergiler.

Structure ile ikinci bölümde basılmış olan denemeler arasındaki bağıntılar, tartışma istemeyecek denli açıktır ve dolayısıyla onlara farklı bir biçimde yaklaşacağım; bilimsel değişiklik üstüne düşüncelerimin gelişiminde oynadıkları roller ve kaydettikleri evreler üstüne elimden geleni söyleyeceğim. Bunun sonucu, bu önsöz bir süre için, yine özyaşamöyküsel olacaktır açıktan açığa. 1947'de bilimsel devrim kavramıyla rasgele karşılaştıktan sonra, ilkin fizik tezimi bitirmek için zaman ayırdım ve sonra bilim tarihinde kendimi yetiştirmeye başladım.[4] Gelişen fikirlerimi sunmak için karşılaştığım ilk fırsat, 1951 baharında bir dizi Lowell Lectures vermeye bir çağrı ile elime geçmişti; ama bu şans işinin ilk sonucu, yayınlamaya gidecek denli ne tarihi ve ne de fikirlerimi yeterince bilmediğime kendimi inandırmak olmuştu. Kısa olacağını umduğum, ama yedi yıl uzamış olan bir dönem, birçok felsefi ilgilerimi bir yana koydum ve dosdoğru tarih çalıştım. Sadece geç 1950'lerde, Copernicus devrimi[5] üstüne bir kitabı bitirdikten ve belli süresi olan bir üniversite ataması sağladıktan sonra; onlara bilinçle yine döndüm.

Görüşlerimin o sıralar kazanmış olduğu konum, ikinci bölümü başlatan bildiriyle, "Bilimsel Bulgunun Tarihsel Yapısı" ile gösterilmekte. 1961'in son aylarına değin yazılmış olmamakla birlikte (bu sıralarda devrimler üstüne olan kitabım epeyce ilerlemişti), sunduğu fikirler ve kullandığı temel örnekler benim için hep eskilerdendi. Bilimsel gelişim, kısmen, bir artışı olmayan sürece ya da devrimci değişikliğe bağlıdır. Coperni-

---

[4] Kendimi-yetiştirme için gerekli ilk zaman parçası, Harvard Öğretim Üyeleri Kurumu'nun bir Junior üyesi olarak bir atamayla sağlanmıştı. O olmasaydı, geçişin başarılı bir biçimde yürütülebileceğinden kuşku duyarım.

[5] *The Copernican Revolution: Planetary Astronomy in the Development of Western Thought* (Cambridge, Mass., 1957).

cus'un, Newton'un ya da Darwin'in adlarına bağlananlar gibi, kimi devrimler büyüktürler, ama birçoğu, oksijenin ya da gezegen Uranus'un bulgulanması gibi olanlar, çok daha küçüktür. Bu türden değişikliklerin olağan başlangıcı, benim inancıma göre, anomalinin, oluşmanın ya da olayların düzene sokulması için varolan yollara uymayan bir olaylar dizisinin bilincine varılmasıdır. Böylece olağan değişiklik, "farklı bir biçimde derin bir yeniden düşünmeyi" yani, anomal olanı yasal gibi gösteren, ama, süreç içinde, önceden sorunsal olmayan, daha başka olaylarla sergilenmiş düzeni dönüşüme uğratan bir derin düşünceyi gerekli kılar. Salt örtülü de olsa, bu devrimci değişikliğin doğası ile ilgili görüş, birinci bölümde yayınlanmış olan "Enerjinin Korunumu" bildirisini, özellikle de ilk sayfalarını kapsamına alır. 1957 baharı içinde yazılmıştı o ve ben çok eminim ki, "Bilimsel Bulgunun Tarihsel Yapısı" da aynı zamanda yazılmıştı, belki de hayli daha önce.

Konumu kavrayışımdaki önemli ilerleme, ikinci bölümde, "Ölçümün İşlevi" başlığını taşıyan ikinci bildirinin hazırlanışıyla sıkıca birlikte gider; daha önce ele almayı hiç düşünmediğim bir konuydu bu. Kökeni, 1956 Ekim'inde, Berkeley, Kaliforniya Üniversitesinde Sosyal Bilim Kollokium'una seslenmeye bir çağrı olmuştu ve sonra, 1958 baharında yeniden gözden geçirilip, bugünkü biçimine kabaca genişletilmişti. İkinci bölüm, Normal Ölçüm Etmenleri, bu gözden geçirmelerin bir ürünüydü ve onun da ikinci paragrafı, benim başlığında "normal bilim" demeye çok yakınlık duyduğum şeyin ilk betimlenmesini içermektedir. Şimdi bu paragrafı yeniden okuduğumda, şu cümle ile irkiliyorum: "Bilimsel uygulamanın gövdesi, en yakın zamandaki kuramsal bulguyla elverişli duruma getirilmiş tabanı güçlendiren ve böylece daha sonra gelecek bulguya esaslı bir hazırlık sağlayan, çok karmaşık ve tüketici bir temizlik işlemidir." "Bulmaca Çözümü Olarak Normal Bilim"e, soruyu ortaya koymanın bu yolundan, diyeceğim, *Structure*'ın 4. bölümünün başlığı olmadan geçiş, birçok fazladan gelişmeyi gerektirmez. Şu ya da bu geleneksel uygulama biçimiyle yönetilmiş olan dönemlerin, zorunlu olarak devrimler arasına karışması gerektiğini birkaç yıl boyunca kabul etmiş olsam bile, bu geleneğe bağlı

uygulamanın özel yapısı, daha önce, büyük ölçüde gözümden kaçmıştı.

Daha sonraki bildiri, "Asal Gerilim", kitabın başlığını oluşturuyor. 1959 Haziran'ında toplanan bir konferans için hazırlanmış ve ilk olarak bu konferansın tutanakları arasında yayınlanmış olan bu bildiri, normal bilim kavramının daha ileri ve alçakgönüllü bir gelişmesini sergiliyor. Özyaşamöyküsel bir bakış açısından, en başta gelen önemi, paradigmalar kavramını getirmiş olmasıdır yine de. Bu kavram bana bu bildiri okunmadan yalnız birkaç ay önce gelmişti ve 1961 ve 1962'de onu kullandığım zamanda içeriği global boyutlara yayılıyordu ve asıl niyetimi gizliyordu.[6] Yine aşağıda basılmış olan, "Paradigmalar Üstüne İkinci Düşünceler"in son paragrafı, bu yayılmanın nasıl gerçekleştiğine değinmektedir. Bu özyaşamöyküsel önsöz bu dokundurmayı yaygınlaştırmak için uygun bir yer olabilir sanırım.

1958/1959 yılını, Kaliforniya'da, Behavioral Sciences Stanford'da, Center for Advanced Study'de üye olarak geçirdim ve üyeliğim süresince devrimler üstüne bir kitap taslağı kaleme almayı düşündüm. Buraya geldikten hemen sonra, devrimci değişiklik üstüne bir ilk metni ortaya koydum, ama devrimler arasında normal (aralık) üstüne bir eş bölüm hazırlama girişimleri beni büyük sıkıntılara soktu. O sıralarda normal bilimi ben bilimsel bir topluluğun üyeleri arasında bir oydaşma sonucu gibi düşünüyordum. Ne var ki, belli bir topluluk üyelerinin üzerinde anlaştıkları varsayılan öğeleri sayıp dökmek yoluyla bu oydaşmayı belirlemeye çalıştığımda, güçlüklerle karşılaştım. Onların

---

[6] 1961'in başında, *Structure*'ın ilk taslağını tamamladıktan hemen sonra, o yılın Temmuz ayında Oxford Üniversitesinde yapılan bir konferans için, "Asal Gerilim"in, yıllarca yeniden gözden geçirilmiş bir değişkesi olarak baktığım şeyi yazdım. Bu bildiri A. C. Crombie, ed., *Scientific Change*' de, (London ve New York, 1963), ss. 347-69'da, "The Fonction of Dogma in Scientific Research" başlığı altında yayınlanmıştı. "Asal Gerilim"le onun karşılaştırılması (C. W. Taylor ve F. Barron, eds., *Scientific Creativity: Its Recognation and Development* (New York, 1963), ss. 341-54), benim paradigma kavramımın yayılmasının hem hızını ve hem çapını açıkça ortaya koyuyor. Bu yayılmadan ötürü iki bildiri farklı görüşler imiş gibi görünürler, ki benim hiç aklımdan geçirmediğim bir şeydir bu.

araştırma yaptığı yolu ve, özellikle, başkalarınca yapılmış araştırmayı, olağan bir yolla değerlendirdikte, dayandıkları oybirliğini açıklamak için, "kuvvet" ve "kütle" ya da "karışım" ve "bileşik" gibi nerdeyse-kuramsal terimlerin belirgin niteliklerini belirleme ile ilgili bir uyuşmayı onlara yükleme zorunda kalmıştım. Ama deneyim, hem bir bilim adamı ve hem de bir tarihçi olarak, bu tür tanımların çok seyrek öğretildiğini ve bunları ortaya koymak için arada bir görülen girişimlerin çoğun kesin uyuşmazlıkları çağrıştırdığını söylüyordu. Açıkçası, benim aramakta olduğum oydaşma var değildi, ama ben o olmadan normal bilim üstüne olan bölümü yazmanın yolunu bulamıyordum bir türlü.

En sonunda 1959 başlarında anladım ki, bütünüyle, bu türden bir soydaşlık gerekli değildi. Bilim adamlarına tanımlar öğretilmese de, "kuvvet" ve "bileşik" gibi terimlerin yer aldığı seçme problemlerin çözülmesi için standart yollar öğretilmişti. Bu standart örneklerden yeterli bir takımı benimsediklerinde; bu örneklerin hangi karakteristikler takımının onları standart kıldığı ve kabullerini temellendirdiği konusunda anlaşmaya gerek kalmaksızın, onlar üzerindeki daha sonraki araştırmalarını şekillendirebilirlerdi. Bu çalışma yolu, dil öğrencilerinin fiilleri çekmeyi ve adlar ile sıfatları kullanmayı öğrendikleri yola çok yakın görünüyordu. Sözgelişi, *amo, amas, amat, amamus, amatis, amant* diye ezbere okumayı öğreniyorlar, ve daha sonra bu standart kalıbı, öbür birinci çekim Latince fiillerin etken şimdiki zamanını oluşturmak için kullanıyorlar. Dil öğretiminde kullanılan standart örnekler için genellikle kullanılan İngilizce sözcük "paradigma"dır, ve bu terimi benim eğik düzlem ve konik sarkaç gibi standart bilimsel sorunlara yaygınlaştırmam, açıkça hiçbir zorlama yapmamıştı ona. İşte "paradigma" "Asal Gerilim"e bu biçimle girmektedir, yararlılığını tanıdığım yaklaşık bir ay içinde hazırlanmış bir denemedir bu. ("Ders kitapları", mesleğin paradigmalar olarak kabul ettiği somut problem çözümleri sergiler ve sonra öğrenciden... ders kitabının ya da eşlik eden konferansın kendisini yönlendirdiği problemlerle hem yöntem ve hem de töz bakımından sıkıca ilgili problemleri kendi başına çözmesini ister.") Denemenin metni ayrıca

gelecek iki yılda ne olup bittiğini söylese de "paradigma"dan çok "oydaşma", normal bilim tartışıldığında, orada geçerli birincil terim olarak kalır.

Paradigmalar görüşünün, kitabı yazmak için benim gerekli gördüğüm eksik öğe olduğu anlaşılmıştır ve 1959 yazı ile 1960 sonu arasında bir ilk tam taslak hazırlanmıştı. Ne yazık ki, bu süreç içinde, paradigmalar kendiliklerinden bir yaşam sürmeye başlamışlardı. Örnek problem çözümleri olarak sadece işe başladıktan sonra, egemenliklerini ilkin, başlangıçta bu kabul edilmiş örneklerin çıktığı klâsik kitapları ve son olarak, özel bir bilimsel topluluğun üyelerince paylaşılan bütün bir bağlanmalar takımını kapsamına almaya değin yaygınlaştırmışlardı. Terimin bu daha global kullanımı, kitabın birçok okurunun tanıdığı tek kullanımdır ve bunun kaçınılmaz sonucu da bir karışıklık olmuştur. Paradigmalar üzerine orada söylenmiş olan şeylerin çoğu, terimin sadece özgün anlamına uygulanır. Her iki anlam da bana önemli görünse de, ayırt edilmelerine gerek yok ve "paradigma" sözcüğü sadece birincisine uygun düşer. Açıkçası, ben birçok okura gereksiz güçlükler çıkardım.[7]

Bu kitaptaki geri kalan beş bildiri, kendi başına pek az bir tartışma gerektirir. Yalnız "Düşünce Deneyleri İçin Bir İşlev" kitabımdan önce yazılmıştır, onun biçimi üzerinde de çok az etkisi olmuştur; "Paradigmalar Üstüne İkinci Düşünceler", son olarak yayınlanmış olsa da, paradigmaların özgün anlamını karşılamak üzere yapılan üç girişimin ilkidir;[8] "Nesnellik, Değer Yargısı ve Kuram Seçimi", benim kuram seçimini tümüyle öznelleştirdiğim şeklindeki suçlamayı yanıtlamayı amaçlayan,

---

[7] Wolfgang Stegmüller bu güçlükler arasından yolunu bulmakta apayrı bir başarı gösterdi. W. Wohlhueter'in çevirdiği (Berlin, Heidelberg and New York, 1976) *Structure and Dynamics of Theories*'inin "Bir paradigma nedir?" bölümünde, ss.170-80'de, terimin üç anlamının irdelemesini yapar ve ikincisi, onun "Sınıf II"si, benim asıl niyetimi ele alır belginlikle.

[8] "İkinci Düşünceler" 1969 Mart'ında yapılan bir konferans için hazırlanmıştı. Onu tamamladıktan sonra, I. Lakatos ve A. Musgrave, edts, *Criticism and the Growth of Knowledge*' in (Cambridge, 1970) son bölümünde, "Reflections on My Critics"de aynı gerekçeden bir parçayı belirttim. Son olarak, yine 1969'da, *Structure*' ın ikinci baskısı için fazladan bir bölüm hazırladım.

daha önce yayınlanmamış bir konuşmadır. Bu bildiriler, henüz değinmediğim iki bildiriyle birlikte, kendiliklerinden konuşabilirler. Her birini ayrı bir zamanda ele almaktansa, bu önsözü, beşini birden bir araya getiren tek bir izleğin iki yanını ortaya çıkararak kapatacağım.

Bilimsel yöntemle ilgili geleneksel tartışmalar, kendilerini izleyen her *bireye* sağlam bilgi olanağını sağlayacak bir kurallar takımı aramıştı. Buna karşılık ben, bilim bireylerce yapılmakla birlikte, bilimsel bilginin özünde bir grup ürünü olduğu ve, ne özel etkililiğinin ve ne de içinde geliştiği tarzın, kendisini üreten grupların özel yapısına gönderme yapmaksızın anlaşılamayacağı üzerinde durmaya çalıştım. Bu anlamda, benim çalışmam köklü bir biçimde toplumsal idi, ama bu konunun bilgibilimden ayrılmasına olanak veren bir yolla değil elbet.

Buna benzer inançlar, kendi görüşlerimi Sir Karl Popper'unkilerle karşılaştırdığım, "Bulgulama Mantığı ya da Araştırma Ruhbilimi" başlığını taşıyan denemenin her yerinde örtülü olarak bulunmaktadır. (Bireylerin varsayımları test edilir, çünkü grubunun paylaştığı bağlanmalar önceden varsayılmıştır; öte yandan, grup bağlanmaları test edilmezler ve yerlerine başkalarının geçmesi süreci, varsayımların değerlendirilmesinde işe karışandan kesenkes farklılaşır; "yanılma – mistake" gibi terimler, ilk bağlamda sorunsal olmaksızın işler, ama ikincisinde işlevsiz olabilirler, vb.) Bu bildirinin sonunda ve, paylaşılan değerlerin bireylerin kararlarını dikte edebilecek güçte olmadıkları halde, kendilerini paylaşan grubun seçimini yine de nasıl belirleyebildiklerini açıklamaya giriştiğim kuram seçme üstüne konuşmamın tümünde, onlar belirtik bir biçimde toplumsallaşırlar. Aynı iş, çok değişik bir biçimde dile getirildiğinde, bu kitaptaki son denemenin önemini gösterir. Burada ben, paylaşılmış değerlerde (ve grup içinde) bulunan ayrımların, hangi yollarla, bilim ve sanatın karakteristik gelişim örüntülerini kesinlikle etkileyebildiğini araştırmak için bir yorumcuya verilen izni kullanıyorum. Buna ek olarak, ama daha bilgili ve dizgeli bir biçimde, değişik disiplin uygulayıcılarını yöneten değer dizgelerinin karşılaştırılmaları şu anda bana ivedilikle gerekli görünüyor. Belki de onlar, daha sıkı biçimde birbirine bağlı gruplarla, sözgelimi

fizikçiler ve mühendislerle ya da biyolojistler ve fizikçilerle işe başlayabilirler. "Asal Gerilim"in son-sözü bu bağlamla ilgilidir.

Bilim toplumbilimi literatüründe, bilimin değer dizgesi özellikle R. K. Merton ve izleyicilerince tartışılmış bulunmaktadır. Son zamanlarda bu grup, benim çalışmama yakınlık gösteren ve kimi zaman resmi olmaksızın "Kuhn'cu" diye kendilerini tanıtan, değerlerin bir topluluktan öbürüne ve bir dönemden ötekine değiştiği üzerinde duran toplumbilimcilerce birçok kez ve kimi zaman şiddetle eleştirilmiştir. Üstelik bu eleştirmenler göstermişlerdir ki, belli bir topluluğun değerleri ne olursa olsun, bunların biri ya da öbürü, topluluk üyelerince sık sık çiğnenmektedir. Bu koşullar altında, onlar değerlerin çözümlenmesini, bilimsel davranışı aydınlatan önemli bir araç gibi tasarlamanın (görmenin) saçma olduğunu düşünürler.[9]

Daha önceki saptamalar ve onların getirdiği bildiriler, tuttuğum bu eleştiri çizgisinin nasıl ciddi bir biçimde yanlış yolda bulunduğunu gösterecektir yine de. Benim kendi yapıtım, bilimsel değerlerin açıklanmasıyla çok az ilgilenmişti, ama daha baştan onların varoluşunu ve rolünü önceden varsaymıştı.[10] Bu rol, tüm bilimsel topluluklarda değerlerin özdeş olmasını ya da belli bir toplulukta, bütün dönemlerde özdeş olmasını gerektirmez. Bir değer dizgesinin, soyut bir ilkece de olsa, tek tek bilim adamlarının yapması gereken seçimleri, ikirciksiz bir biçimde belirleyebilecek denli belginlikle belirlemesini ve böylece iç çatışmadan uzak durmasını da istemez o. Bu yüzden, eylem kılavuzları olarak değerlerin önemi, eğer değerler var ise, kimilerinin savladığı gibi, özel ilgileri korumak için verilmiş olan basit uslamlamalara indirgenemez. Bir komplo tarihi ya da toplumbilim kuramıyla bağlı bulunmadıkça, bu uslamlamaların ge-

---

[9] Bu türden eleştirinin *locus classicus*'ü (klâsik özeği) S. B Barnes ve R. G. A. Dolby'dir, "The Scientific Ethos: A Daviant Viewpoint", *Archives Européennes de sociologie* II (1970): 3-25. O zamandan bu yana sık sık su yüzüne çıkmıştır, özellikle, (ilk zamanlar *Science Studies* adını taşıyan) *Social Studies of Science* gazetesinde.

[10] Bir ilk anlatım için bak. *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*, 2. baskı (Chicago, 1970), ss. 152-56, 167-70. Bu pasajlar 1962'deki birinci baskıdan değiştirilmeden aktarılmıştır.

nelde yöneltilmiş oldukları kimselerden çok, kendilerini ortaya atan kimseleri etkilediklerini kabul etmemek güç olmalıdır.

"Paradigmalar Üstüne İkinci Düşünceler"in son bölümleri ve "Düşünce Deneyleri İçin Bir İşlev"in bütünü, bilimsel bilginin özel bir grubun ürünü olarak görülmesiyle ortaya çıkan, başka bir temel problemi işliyor. Herhangi bir bilimsel topluluğun üyelerini birbirine bağlayan ve aynı zamanda onları açıkça benzer öbür grupların üyelerinden ayrımlaştıran bir şey, bunların ortaklaşa bir dile, ya da özel bir ağza sahip olmalarıdır. Bu denemeler şunu söyler: Böyle bir dili öğrenmekte, yeni üyeler topluluklarının çalışmasına katılmak zorunda olduklarından, ilkece, bu dilin kendisi içinde tam olarak çözümlenemeyen bilgisel bir bağlanmalar takımı edinirler. Bu gibi bağlanmalar, dilin terimlerinin, sözcük kümelerinin ve tümcelerinin doğaya uygulanmış olduğu yolların bir sonucudur ve "paradigma"nın özgün, daraltılmış anlamını böylesine önemli kılan da dil-doğa bağlantısına ilgisidir.

Devrimler üstüne olan kitabı yazarken, onları, içinde kimi bilimsel terimlerin anlamlarının değiştiği birer oluntu olarak betimledim ve sonucun, bakış açılarının ortak-ölçüsü bulunmayışı ve değişik kuramları önerenler arasındaki iletişimin kısmi kopukluğu olduğunu söyledim. O zamandan bu yana kabul ettim ki, "anlam değişikliği" soyutlanabilir bir olaydan çok, bir problemi adlandırmaktadır ve şimdi büyük ölçüde Quine'in yapıtıyla inanıyorum ki, ortak-ölçüsüzlük ve yansız iletişim problemi, başka bir yolla işlenmek gerekir. Değişik kuramları (ya da, terimin daha geniş anlamında, değişik paradigmaları) önerenler, değişik diller konuşuyorlar – değişik bilgisel bağlanmaları anlatan, değişik dünyalara uygun diller. Birbirlerinin görüşlerini kavramak yetenekleri ister istemez, çeviri ve gönderme belirlenimleri süreçlerinin yetersizliğiyle sınırlıdır bu yüzden. Bu konular çoğun beni en çok ilgilendiren konulardır, umarım çok geçmeden onlar üstüne söyleyecek daha çok şeyim olur.

I

Tarihyazımı Üzerine İncelemeler

1

Tarih ve Bilim Felsefesi Arasındaki Bağıntılar

İlk olarak 1 Mart 1968'de Michigan Devlet Üniversitesi'nde okunan yayımlanmamış konferans metnidir, Ekim 1976'da gözden geçirilmiştir.

Bugün üzerinde konuşmam istenilen konu, tarih ile bilim felsefesi arasındaki bağıntılardır. Bence bunun, her şeyden çok, düşünsel olduğu kadar derin kişisel bir önemi vardır. Ben karşınızda bir bilim tarihi uygulayıcısı olarak bulunuyorum. Amerikan Felsefe Kurumu'nun değil, Amerikan Tarih Kurumu'nun bir üyesiyim. Ancak, üniversitenin ilk sınıfında felsefeyle karşılaşmamdan sonraki yaklaşık on yıl için, o benim meslekdışı uğraş olarak birinci ilgi odağımdı ve gerçekten iyi yetişebileceğimi sandığım tek alanı, kuramsal fiziği bırakarak onu meslek edinmeyi sık sık düşündüm. 1948 yakınlarına değin sürüp giden bütün o yıllarda, tarih ya da bilim tarihi bende en hafif bir ilgi uyandırmamıştı. O sıralar, birçok bilim adamı ve filozof için olduğu gibi, benim için de tarihçi, geçmiş üstüne olguları toplayıp doğrulayan ve sonra onları zaman sırasına göre düzene koyan bir kimseydi. Açıktır ki, işi gücü tümdengelimsel çıkarım yapma ve köklü kuramla uğraşma olan bir kimse için, olup bitenleri kayda geçirmenin bir çekiciliği bulunamazdı elbet.

Daha sonra, olup bitenlerin yazmanı olarak tarihçi görüntüsünün hem filozoflara ve hem de bilim adamlarına böyle özel bir biçimde niçin sıcak geldiğini soruşturacağım. Onun sürüp giden ve seçme çekiciliği, ne rastlantıdan ne de tarihin öz-yapısından ileri gelir ve işte bundan dolayı da o özellikle aydınlatıcı

olabilmektedir. Ama benim şimdiki konumum özyaşamöyküsü niteliğindedir. Fizik ve felsefeden tarihe gecikmiş olarak beni çekip götüren şey; bilimin, tarihsel kaynak gereçleri içinde karşılaşıldığında, bilim pedagojisinde örtülü ve bilimsel yöntemin standart felsefi açıklamalarında belirtik olan bir bilimden çok farklı bir girişim gibi göründüğünün anlaşılmasıydı. Şaşkınlık içinde anladım ki, tarih, bilim felsefecisiyle ve belki de ayrıca, daha önce bulunduğu konumlar için bir örnek kaynağı olarak klâsik rolünü aşan yollarda, bilgibilimciyle ilgili olabilirdi. Diyeceğim, özellikle önemli bir problem ve derin gözlem kaynağı olabilirdi. Dolayısıyla, bir tarihçi olduğum halde, en köklü ilgilerim felsefi niteliklerini de sürdürüyordu ve, son yıllarda da bu ilgiler, yayınlanmış yapıtlarımda giderek artan bir biçimde açıkça kendilerini dışavuruyordu. Demek, belli bir ölçüde, hem tarih ve hem de bilim felsefesi yapmaktaydım. Elbet, dolayısıyla, bunlar arasındaki bağıntı üstüne de düşünmekteydim; ama, ayrıca bunu yaşıyordum da, ama bu aynı şey demeğe gelmezdi. İşe karışmamın bu ikili yanı bugünkü konuya yaklaşım tarzında ister istemez yansıyacaktır. Bu bakımdan konuşmam da sıkıca birbirine bağlı olmakla birlikte, yine çok farklı iki bölüme ayrılacaktır. Birincisi, iki alanı sıkı sıkıya birleştirme yolundaki her girişimde rastlanabilecek güçlükler üstüne, çoğun büsbütün kişisel bir rapordur. İkincisi, daha çok, açıkça düşünsel olan problemleri ele alır ve *yakınlaştırmanın* gerektirdiği büsbütün özel çabaya gerçekten değer olduğunu gösterir.

Bu ilgililer topluluğunun pek az üyesi, en azından Birleşik Devletler'de, tarih ile felsefenin birbirinden ayrılıp seçilen disiplinler olduğunun belirtilmesi gereğini duyacaktır belki. Öyleyse işin daha başında iken izin verin de, bu yoldan niçin ayrılmaları gerektiği üzerinde durmak için sebepler göstereyim. Bu çalışma alanları arasında yeni bir diyalog çok gerekli olsa da, bu disiplin-içi değil, disiplinler-arası olmalıdır. Tarih ve bilim felsefesinde, Princeton Üniversitesi Programına katıldığımı bilenleriniz, böyle bir alanın olmadığı üzerinde durmamı garip karşılayabilirler. Ne var ki, Princeton'da tarihçiler ile bilim felsefecileri, birbiriyle örtüşmekle birlikte yine de farklı çalışma kurları izlerler, değişik genel sınavlardan geçerler ve değişik bö-

lümlerden, yani ya tarihten ya da felsefeden, akademik ünvanlar kazanırlar. Bir dizayn çerçevesinde özellikle hayranlık uyandıran şey, her birinin disiplin temeline bir yıkım getirmeksizin, alanlar arasında bir diyalog için, onun kurumsal bir temel sağlamış olmasıdır.

İki alanı birleştirme girişiminin olası sonucu için "yıkma" pek güçlü bir terim değildir belki. Çünkü bunlar birçok temel, kurucu nitelikleriyle birbirinden ayrımlaşmaktadır; bu niteliklerin en geneli ve göze çarpanı gütmekte oldukları amaçlarıdır. Birçok tarihsel araştırmanın son ürünü bir anlatı, geçmişin özel durumları üstüne bir öyküdür. Kısmen, olup bitenlerin bir betimidir (filozoflar ile bilim adamları çoğun, *yalnızca* bir betimleme der). Ne ki, bunun başarısı sadece doğruluğa değil, yanı sıra yapıya da bağlıdır. Tarihsel anlatı betimlediği olayları akla yakın ve anlaşılır kılmalıdır. Bir anlamda, yine döneceğim buna, tarih bir açıklama girişimidir. Ne var ki, açıklayıcı işlevleri, belirtik genellemelere hemen hiç başvurmaksızın gerçekleşir. (Daha sonraki işleme için burada diyebilirim ki, filozoflar tarihteki kuşatıcı yasaların rolünü tartıştıklarında, örneklerini belirgin bir biçimde ekonomistlerin ve toplumbilimcilerin yapıtlarından alırlar, tarihçilerinkinden değil. Tarihçilerin yazılarında, yasa tarzı genellemeler bulmak olağanüstü güçtür.) Öte yandan filozof her şeyden önce belirtik genellemeleri ve de genelgeçer ölçektekileri amaçlar. Doğru olsun, yanlış olsun, o öykü anlatıcısı değildir. Onun amacı, özel bir yerde ve zamanda olup bitenin anlaşılmasını sunmaktan çok, her zaman ve her yerde doğru olanı bulup dile getirmektir.

Sizin her biriniz de bu kaba genellemeleri eklemleyip işe yarar hale getirmek isteyecektir; kimileriniz de bunların köklü ayırt-etme problemleri doğuracağını kabul edecektir. Ama pek azınız bu tür ayrımların tümüyle boş olduğunu anlayacaktır; işte bundan dolayı ben onların kendilerini bırakıp sonuçlarına dönüyorum. Amaçların birbirinden ayırt edilmesini önemli kılan da bunlardır. Bilim tarihi ile bilim felsefesinin ayrı ayrı amaçları olduğunu söylemek, onları, hiç kimse aynı zamanda uygulayamaz demeğe gelir. Ne var ki, bu da demek değildir ki, onları almaşık olarak, yani zaman zaman tarihsel problemler üstüne

çalışarak ve bu arada da felsefi sorunlara el atarak uygulamak konusunda da büyük güçlükler vardır. Bu türden bir örüntüyü açıkça amaçlamış olduğum için, bunun başarılabileceği inancına da katılıyorum. Ne var ki, her yol değiştirmenin kişisel bir ayrılma, bir disiplinin, hiç bağdaşmadığı bir başkası için bırakılması olduğunu tanımak da yine önemlidir. Bir öğrenciyi aynı zamanda her ikisinde birden yetiştirmek, onu her iki disiplinden de yoksun bırakma tehlikesini doğurur. Bir filozof olma, daha başka birçok şeyle birlikte, hem problemler ve hem de onların çözümleriyle ilgili tekniklerin değerlendirilmesine yönelik, özel bir kafa düzenini gerektirir. Bunun gibi, bir tarihçi olmayı öğrenme de yine özel bir kafa yapısı isteyecektir; ama iki öğrenme deneyinin verdiği sonuç asla aynı olmayacaktır. Sanırım burada bir uzlaşma da olamaz, çünkü o da o ünlü Geştaltçı diyagramın ördeği ile tavşanı arasındaki uzlaşma kadar, aynı türden problemler ortaya koyacaktır. Birçok kimse, ördek ile tavşanı kolayca almaşık bir yolla görebilse de, hiçbir göz çalışması ve keskinliği, bir ördek-tavşan ortaya çıkaramaz.

Girişimler arasındaki bağıntı üstüne olan bu görüş, benim yirmi yıl önce tarihe döndüğüm zaman taşıdığım görüş değildir asla. Daha çok, bir öğretmen ve bir yazar olarak, bazan üzücü olan, çok daha sonraki deneyimden türemektedir. Birinci rolde, sözgelişi, geleceğin tarihçilerinin ve filozoflarının aynı klâsik bilim ve felsefe yapıtlarını okuyup tartıştıkları mezuniyet seminerlerinde, birçok kez ders vermiştim. Her iki grup da bilinçliydi ve her ikisi de verilen ödevleri özenle yerine getiriyordu; ama, her ikisinin de aynı metinlere bağlı kaldıklarını sanmak çoğun güçtü. Kuşkusuz, her ikisi de aynı göstergelere bakıyordu, ama onları değişik bir yolla ele almak için yetiştirilmişlerdi (isterseniz programlaştırılmışlardı diyebilirsiniz). Bu yüzden, zorunlu olarak raporları, açımlamaları ve tartışmaya katkıları için temel sağlayan göstergelerin kendilerinden çok, işleme giren göstergelerdi – sözgelişi, okuma notları ya da metinden alıntılardı.

Tarihçilerin gözünden büsbütün kaçan ince çözümleme ayrımları, filozoflar kendi okumaları üstüne bilgi verdiklerinde, büyük önem kazanıyordu çoğun. Sonuçta karşılaşmalar, tarihçiler için şaşmaz bir biçimde eğitici oluyordu; ama yanlışlık her

zaman onlarda değildi. Nitekim filozoflarca üzerinde çok durulan ayrılıklar, kimi zaman özgün metinde hiç bulunamıyordu. Bilimin ya da felsefenin daha sonraki gelişiminin ürünleri oluyorlardı. Ve filozofların göstergeleri işledikleri sırada işe karışmaları, kanıtlamayı değiştiriyordu. Ya da yine bunun gibi, tarihçilerin bir konumu açımlamasına kulak verildiğinde, gözden kaçırdıkları eksikliklere ve tutarsızlıklara işaret ediyorlardı filozoflar. Ancak filozoflar, sonra, açımlamanın doğru olduğunu, özgün metinde de eksiklikler bulunduğunu anlayınca şaşırıyorlardı. Ama böyle yapmış olduklarını hiç farketmeksizin, filozoflar, kendisini okurken kanıtı daha geliştiriyorlardı, çünkü daha sonraki biçimin ne olması gerektiğini biliyorlardı. Metin önlerinde açık dururken bile, gediğin gerçekte orda bulunduğuna, kendilerinin de yapmış olduğu gibi, yazarın da kanıtlamanın mantığını iyice göremediğine onları inandırmak, har zaman güçtü ve kimi zaman da yolu yoktu. Ancak filozoflar bunu iyice görebilecek durumda olduklarında, daha önemli bir başka şeyi de görebiliyorlardı – gedikler diye aldıkları şeyler, gerçekte kendi getirdikleri çözümleme ayrılıklarından doğuyordu; başlangıçtaki özgün kanıtlama, artık ömürlü bir felsefe olmasa bile, kendi çerçevesinde yine sağlamdı. Bu konakta, metnin tümü onlara farklı görünmeye başlayabilirdi. Onu bile bile meydana getirmekteki hem pedagojik uzam ve hem de dönüşüm uzamı, Geştalt değişikliğini anımsatırlar.

İki grubun görüp bildirdiği metinsel gereç dizisi, farklı bir işleme usulü kanıtı olarak da etkileyiciydi. Tarihçiler her zaman çok daha geniş bir alana yayılıyorlardı. Sözgelişi, yeniden-kurmalarının önemli bölümleri, yazarın "okura yardım için" diye gösterdiği bir eğretilemeyi sokmuş olduğu pasajlardan temellendirebilirdi. Ya da yine bunun gibi, metinde açık bir yanılgı ya da tutarsızlık gördüğü için tarihçi, parlak zekâlı bir insanın bu yolla nasıl yanılabileceğini açıklarken, belli bir zaman harcayabilirdi. Yazarın düşüncesinin hangi yanı, diye soracaktır tarihçi, bizim için apaçık olan bir tutarsızlığın kendisi için görünmez olduğu ve belki hiç de tutarsızlık olmadığı kaydedilerek ortaya konabilir? Tarihsel bir düşünceyi yeniden-kurmak için değil de, bir tanıtlama kurmak için eğitilmiş olan filozoflara göre, hem

eğretilemeler ve hem yanılgılar konuyla ilgili değildir ve kimi zaman hiç farkedilmeden geçerler. Tarihçiler arasında seyrek görülen bir sebatla, yetenekle ve incelikle yürüttükleri işleri, belirtik felsefi genelleme ve onun savunmasından çıkarsanabilecek kanıtlardı. Sonuç olarak, öğretim dönemi sonunda teslim ettikleri bildiriler, her zaman daha kısa ve genellikle, tarihçilerin ortaya koyduklarından daha içten-tutarlıydı. Ne ki, tarihçiler, çözümlemede çoğun becerisiz olsalar da, iki grubun birlikte incelediği insanların düşüncesindeki büyük kavramsal bileşenleri yeniden üretmekte genelde daha çok başarılıydılar. Filozofların bildirilerinde görünen Galileo ya da Descartes, iyi bir bilim adamı ya da filozoftur; ama, tarihçilerin sundukları kişilikten daha az akla yakın, bir onyedinci yüzyıl kişiliğidir.

Bu okuma ve bildirme biçimlerinden hiçbiriyle bir çekişmem yok benim. Her ikisi de mesleki eğitimin temel bir bileşeni ve de ana ürünüdür. Ama meslekler farklı olurlar ve her şeyden önce de, çok yerinde olarak, önemlerine göre ayrım da gösterirler. Benim seminerlerimdeki filozoflara göre öncelik taşıyan görevler, ilkin, felsefi bir konumun ana öğelerini ortaya çıkarmak ve sonra onları eleştirip geliştirmekti. Deyim yerindeyse, bu öğrenciler zekâlarını kendilerinden önce gelen büyüklerinin gelişmiş görüşlerinde biliyorlardı. Birçoğu daha sonraki mesleki yaşamlarında da böyle yapmayı sürdüreceklerdi. Öte yandan tarihçiler sadece, gerçekte, inceledikleri insanlara yön vermiş olan biçimlerde, hep kalıcı ve genel olanla ilgileniyorlardı. En başta gelen kaygıları, bunların her birinin ne düşündüğünü, bunu düşünmeye nasıl vardığını ve kendileri, çağdaşları ve sonrakiler için ne sonuçlar sağladığını bulup ortaya çıkarmaktı. Her iki grup da geçmişteki felsefi bir konumun temel ilkelerini kavramaya girişmiş gibi görüyordu kendini, ama bu işi yaparken tuttukları yollar, her birinin kendi disiplininin birinci değerleriyle koşullanıyordu ve vardıkları sonuçlar da bunu karşılayacak bir biçimde farklı oluyordu. Yalnız ve yalnızca filozoflar tarihe ya da tarihçiler felsefeye döndüklerinde, eklenen çalışma önemli bir ortak-doğrultu ortaya koyuyordu.

Disiplinlerarası bir bölünmenin çok farklı bir tür kanıtı, yalnızca yaratıcısını ikna edebilen, çok kişisel bir tanıklığa dayanır.

Bununla birlikte, kendisinden türediği deneyim görece seyrek karşılaşılan bir şey olduğu için, bu tanıklık da kaydedilmeye değer olmalıdır herhalde. Ben değişik zamanlarda, fizikte, tarihte ve felsefede falan makaleler yazdım. Bu üç alanda da yazma süreci hoş bir şey değildir; ama deneyim, öbür yanlarda, aynı sayılmaz. İnsan bir fizik bildirisi yazmaya başladığı anda, araştırma sona ermiştir, Gerek duyulan her şey, doğal bir biçimde not defterinde yazılı bulunur. Yapılacak işler seçmek, değiştirmek ve sonra açık bir İngilizceye çevirmekten ibarettir. Genel olarak sadece sonuncu iş güçlükler çıkarır, ama bunlar da çoğun ciddi değildir.

Ama bir tarih bildirisinin hazırlanması farklı olur; yalnız, önemli bir koşutluk da vardır yine. Yazıya başlamadan önce, çok büyük ölçüde araştırma yapma zorunluluğu vardır. Kitaplar, belgeler ve daha başka kayıtlar, notlar bir yerde toplanmalı ve incelenmelidir; notlar alınmalı, düzenlenmeli ve yeniden gözden geçirilmelidir. Böyle bir çalışma ile aylar ya da yıllar geçebilir. Ama, bu çalışmanın sonu, bilimde olduğu gibi, yaratı sürecinin sonu değildir. Seçilen ve deriştirilen notlar, tarihsel bir anlatı oluşturmak üzere, birbirine kolayca bağlanıvermez. Dahası, zaman dizini ve anlatı süreci, genelde tarihçiye notlardan ve önemli bir dönemin bir özetinden düzenli bir biçimde yazma olanağını verse de, kaleminin ya da daktilosunun işlemeyi istemediği ve girişiminin çıkmaza girdiği anahtar sorunları vardır her zaman nerdeyse. Saatler, günler ve hatta haftalar sonra, işin niçin yürümediğini anlar. Yapmış olduğu özet, daha sonra neyin geleceğini söylese de; notları, onun üstüne tüm gerekli bilgileri sağlasa da; daha önce ulaştığı noktadan anlatının daha sonraki bölümüne ömürlü hiçbir geçiş yoktur. Bağlantı için temel olan öğeler, bu noktada anlatı yapısı kendisini istemediği için, öyküsünün ilk bölümünde atlanıp geçilmiştir. Bundan ötürü tarihçi, kimi zaman belgelere ve alınan notlara geri dönmek ve, daha sonra gelecekle bağlantı kurabilmek için, son sayfa yazılıncaya değin belki, ta baştan yeniden almak zorunda kalacağından büsbütün emin olamaz.

Bu betimlemenin yalnız son bölümü, felsefede bir konu hazırlanmasına uygulanabilir ve orada, geriye dönüp çember-

leşme dönemleri çok daha sık ve bu arada karşılaşılan düş kırıklıkları daha yoğundur. Bellek gücü bütün bir bildiriyi kafasında oluşturma olanağını veren bir insan sadece, kesiksiz giden, uzun kompozisyon dönemleri umabilir. Ama günümüzde felsefe yazımı tarihle kimi koşutluklar gösteriyorsa da, daha önce gelenler tümüyle farklıdır. Felsefe tarihindekiler ve belki de mantıktakiler ayrı tutulursa, tarihçinin hazırlık araştırması dönemi gibi bir şey asla yoktur, gerçek anlamda felsefenin çoğunda, araştırma için bir eşdeğer yoktur asla. İnsan, bir sorun ve onun çözümüyle ilintili bir ipucuyla yola çıkar; başka bir filozofun yapıtının eleştirisinde bunların her ikisi de çoğun bulunur. Sorunun kayda hazır olacağı anı beklerken, –kâğıt üzerinde, kasada ya da meslektaşlarla tartışmada–, insan sıkılabilir. Ama, bu duygu da çoğunlukla yanıltıcıdır ve can sıkıcı süreç yeniden başlar; ta ki sonunda makale doğa. Bana göre en azından onun istediği de budur: Sanki makale, tarihsel anlatı parçaları gibi, birbiri arkası sıra değil de, tümü birden doğuvermektedir.

Ama felsefede, tıpatıp araştırma gibi hiçbir şey yoksa eğer, fizikte ve tarihte onun yerini alan ve gerçekten bilinmeyen başka bir şey vardır. Onu ele almak, bizi dosdoğru seminerlerimdeki iki grup öğrencinin algılamaları ve davranışları arasındaki ayrımlara götürecektir. Filozoflar birbirlerinin çalışmalarını ve öncüllerinin çalışmasını özen ve başarıyla eleştirirler her zaman. Bu anlamda tartışmalarının ve yayınlarının çoğu Sokrates'çedir: Eleştirel bir karşılaştırma ve çözümleme yoluyla birbirinden şekillenmiş görüşlerin bir yanyana getirilmesidir. Filozofların birbirinin çamaşırını giyerek yaşadığını ilân eden eleştirmen sevimsizdi; ama, girişim konusunda esaslı bir şey de yakalamıştı. Gerçekte onun yakaladığı, benim seminerlerimde filozofların yapmakta oldukları şeydi: Bu durumda, geçmişle çözümlemeli bir karşılaştırma yapma yoluyla, kendi konumlarını biçimlendirmek. Sanırım eleştiri, daha başka hiçbir alanda bu denli temel bir rol oynamamaktadır. Bilim adamları kimi zaman birbirinin çalışmasını biraz biraz düzeltir; ama bölük pörçük eleştiriye girişen kişi de, meslektaşlarca meslek dışına atılır. Tarihçiler de yine kimi zaman düzeltmeler önerirler ve, tarihe yaklaşımlarını küçümsedikleri rakip okullara zaman zaman saldı-

rırlar yöneltirler. Ama, bu gibi durumlarda dikkatli çözümlemeye seyrek rastlanılır ve öbür okullarca yaratılmış olan yeni, derin görüşleri kavrama ve koruma yolunda açık bir girişim, nerdeyse kimsenin bilmediği bir şeydir. Öncüllerinin ve meslektaşlarının çalışmalarıyla, son derece önemli yollarla etkilenmiş olmasına karşın, tarihçi, fizikçi gibi, ama filozoftan farklı olarak, ilk maddi kaynaktan, araştırmasında bağlanmış olduğu verilerden yapıtını kurar, oluşturur. Eleştiri araştırmanın yerini alabilir; ama, yine de eşdeğerli değildir ikisi ve çok farklı türden disiplinleri oluştururlar.

Bunlar, bilgi-üreten girişimler olarak, tarih ve felsefe üstüne, toplumbilimsel denilebilecek bir açıklamada sadece ilk adımlardır. Ama, her ikisini de beğendiğim halde, birleştirme yolundaki bir girişimin niçin yıkıcı olacağından kuşkulandığımı belirtmeye yeterlidirler. Benim inandığım ya da, şu ya da bu sebeple hiçbir inancı gereksinmeyen kişilerin, farklı bir soruları olacaktır yine de. Bu iki girişim arasındaki köklü ve sonucu bakımından önemli ayrımlara bakılırsa, birbirine söylenecek neleri olabilir bunların? Aralarında giderek artan etkin bir diyalogun, ivedi bir istem olduğu üzerinde niçin durdum ben? Bu akşam, saptamalarımın geri kalanı bu soruya ve özellikle de onun bir bölümüne yöneliktir.

Herhangi bir yanıt, iki-birbirinden-uzak bakışımlı parçaya bölünmelidir, bunlardan birincisi burada sadece yüzeysel bir özetleme ister. Bilim tarihçileri, hemen göze çarpan ve iyice bilinen sebeplerden dolayı, felsefeye gereksinim duyar. Onlara göre felsefe önemli bir araçtır, tıpkı bilimin bilgisi gibi. Onyedinci yüzyıl sonuna varıncaya değin bilimin büyük bir kesimi felsefeydi. Disiplinler birbirinden ayrıldıktan sonra, çoğun önemli sonuç veren yollarla, karşılıklı olarak birbirini etkilemelerini yine sürdürdüler. Bilim tarihi için önemli birçok probleme başarılı bir saldırı; dönemlerin başlıca felsefi okullarının düşüncesine ve çalıştığı alanlara egemen olamayan bir kimse için olanaksızdır. Dahası, herhangi bir bilim tarihi öğrencisinin, tüm felsefe tarihine egemen olarak diploma alarak okuldan çıkacağını ummak bir düş olduğu için, o, bu türden gereci, araştırmasının gerektirdiği gibi, kendi başına geliştirmeyi öğrenmek

zorundadır. Aynı şey bilimin, onun gereksindiği bölümü için de geçerlidir ve bu iki alana o, meslekten kişilerce alıştırılmalıdır; diyeceğim, disiplinlerin inceliklerini ve tuzaklarını bilen ve mesleki karar verme gücünü, yeteneğini ve kesinlik standartlarını öğrencisinin kafasına yerleştirebilen insanlarca eğitilmelidir. Seminerdeki tarihçilerin felsefi fikirlerle uğraşırken beceri göstermemeleri için hiçbir ilkesel neden yoktur. Daha önceki tam uygun bir eğitimden sonra, bunların çoğu olmamalıydı. Ama böyle bir eğitimin etkileri de, felsefi kaynakları işlerken gösterdikleri performansla sınırlanmış değildir. Bilim adamları, çoğun filozof olamazlar, ama fikirlerle işlerler, ne ki fikirlerin çözümlenmesi de filozofun çalışma alanı sayılmıştır çoğun. Bilim tarihinde çağdaş geleneğin gelişmesini yerleştirmek yolunda elinden geleni esirgemeyen insanlar –özellikle, A. O. Lovejoy ve, hepsinin üstünde, Alexandre Koyré– bilimsel fikirlerin tarihine dönmeden önce filozoftular. Meslektaşları ve ben, kendimizinkinden daha başka fikir dizgelerinin iç-tutarlılığını ve yapısını tanımayı onlardan öğrendik. Bir yana bırakılmış olan bu düşünce biçiminin bütünüyle ilgili bu araştırma, filozofların genelde yaptığı bir iş değildir; onların çoğu, gerçekte geçmişteki bir yanılgının onurlandırılması diye onu reddeder. Ama bu iş yapılabilir ve filozofun kavramsal ayırtılara karşı duyarlığı bir önkoşuldur. Tarihçilerin son derslerini bu kaynaktan aldıklarını düşünmekten kendimi alamıyorum.

Filozoflar ile bilim tarihçileri arasında daha güçlü bir etkileşimin canlandırılmasına dikkati çekmek için yeterli sebeplerdir bunlar; ama, bir savı kamtsamadırlar da. Benim ödevim, bilim tarihinin felsefe tarihinden çok bilim felsefesiyle bağıntısıydı. Bilim tarihçisi de bu özel felsefi alanın literatürüne köklü bir dalıştan yararlanabilir mi bilmem? Bu konuda çok kuşkuluyum, diye yanıt vermek gereğini duyuyorum. Tarihçilerin kendilerinden hâlâ birçok şey öğrenmekte oldukları, genel olarak anlaşılması güç Yeni-Kantçı takımından birçok bilim felsefecisi gelip geçmiştir. Öğrencilerimi Emile Meyerson'u ve kimi zaman da Léon Brunschvicg'i okumaya çağırırım. Ama, bu yazarları felsefeleri dolayısıyla değil –ki onu reddetmek konusunda çağdaşlarının çoğuyla birlikteyim–, tarihsel süreçte görmüş oldukları şey-

ler dolayısıyla salık veririm. Öte yandan, özellikle İngilizce konuşulan ülkelerde, bu çalışma alanının bugünkü uygulanması olarak, bilim felsefesindeki canlı devinimler, bence tarihçi için ilgili gibi görünecek çok az şey içermektedirler. Tersine, bu tür devinimler çok daha olasılıkla, tarihsel araştırmayı aydınlatmaktan çok, yanlış yola sürüklemek çizgisinde hedefleri amaçlıyorlar ve gereçleri algılıyorlar. Onlarda beğendiğim ve değer verdiğim çok şey var gerçi, ama, bunun sebebi, benim işlerimin hiç de yalnız ve yalnızca tarihsel olmayışıdır. Son yıllarda hiç kimse Princeton'daki meslektaşım C. G. Hempel kadar felsefi problemlerle ilgili görüşümü açıklığa kavuşturmak ve derinleştirmek için çaba göstermemiştir. Ancak, benim kendisiyle yaptığım söyleşi ve yapıtıyla tanışmam, sözgelişi, termodinamik tarihi ya da kuvantum kuramı üzerinde çalıştığımda, hiçbir şey kazandırmaz bana. Tarih öğrencilerime derslerini salık veririm, ama bu derslere kayıtlanmaları için özellikle ısrar etmem.

Bu saptamalar, tarih ve bilim felsefesi arasındaki bağıntılar sorununun iki bölüme ayrıldığını ve bunların bakışık olmaktan çok uzak durumda bulunduğunu söylerken, kafamda neler olduğunu anlatacaklardır. Günümüz bilim felsefesinin bilim tarihçisini çok ilgilendirdiğini düşünmesem de, şuna kaniyim ki, eğer tarih, onun hazırlanmasında daha büyük bir ardalan rolü oynamış olsaydı, bilim felsefesi üstüne birçok yazı geliştirilebilirdi. Bu inancı temellendirmeye girişmeden önce, son derece gerekli birkaç sınırlama getirmem gerekiyor yine. Burda bilim tarihinden söz ederken, bilimin toplumsal alanını; özellikle de bilimsel öğrenimin değişken örüntülerini, kurumlaşmayı ve, hem moral ve hem de parasal desteği vurgulayan ve giderek önemi artan bölümünü değil; bilimsel fikirlerin, yöntemlerin ve tekniklerin evrimiyle ilgili olan alanın o ana bölümüne gönderme yapmaktayım. Birinci çalışma türünün felsefi anlamı, ikincisininkinden çok daha sorunsaldır bana göre ve ele alınıp incelenmesi de ayrı bir konferansı gerektirecektir herhalde. Aynı yolu izleyerek, bilim felsefesinden söz ederken de kafamda ne uygulamalı mantığa gölge düşüren o bölümleri ve ne de, en azından pek güvenle olmayan, nedensellik ya da uzay ve zaman gibi çok eski felsefi problemlerle ilgili günümüzdeki özel kuram-

ları içermelerine yönelik olan o bölümleri taşımaktayım. Daha çok, sözgelimi, bilimsel kuramların yapısını, kuramsal kendiliklerin statüsünü ya da bilim adamlarının sağlam bilgiyi üretmiş olduklarını haklı olarak öne sürebildiği koşulları soruşturmak yoluyla, geneldeki bilimsel'le ilgilenen merkezi alanı düşünmekteyim. Bilimsel fikirler ve teknikler tarihi, bilim felsefesinin bu bölünmesiyle, çok olasılıkla da salt bu bölünmesiyle, bir ilgisi olduğu iddiasını taşıyabilir.

Bunun nasıl böyle olabildiğini anlatabilmek için, kabul edilen felsefi uzmanlıklar arasında bilim felsefesinin hemen hemen biricik olduğunu öngören bakış açısına işaret etmeme izin verin ilkin: işlediği konudan onu ayıran uzaklığa. Mantık gibi, giderek, matematik felsefesi gibi alanlarda, meslek adamını ilgilendiren sorunlar, alanın kendisinden kaynaklanır. Normal söylemin, "Eğer ise... öyleyse" bağıntısıyla maddi içermeyi bağdaştırma güçlüğü, almaşık mantık dizgeleri araştırmak için bir neden olabilir; ama, standart aksiyom dizgelerinden doğan sorunların önemini ya da büyüsünü düşürmez bu. Felsefenin öteki bölümlerinde, en çok da etik ve estetikte, uygulayıcılar, insanlığın geniş kesimleriyle paylaştıkları ve, hiçbir yolla, açık seçik sınırlarla birbirinden ayrılmış mesleki grupların özel alanları olmayan deneyimlere yöneliktirler. Yalnız, bir filozof estetikçi olabilirse de, estetiksel deneyim herkese açıktır. Bilim ve hukuk felsefeleri, filozofun, *qua* (yine) filozofun çok az bilgisi olduğu alanlara dönüktürler yalnızca. Hukuk felsefecileri, bilim felsefecilerinden daha çok bir olasılıkla kendi konularında önemli mesleki eğitim görecekler ve çalışma alanlarından söz ettikleri kimselerle aynı belgelere ilgi duyacaklardır. Bana kalırsa, yargıçlar ile hukukçuların, bilim adamlarının bilim felsefesi okumalarından çok daha fazla hukuk felsefesi okumalarının bir sebebi de budur.

Bu durumda benim ilk iddiam şu: Bilim tarihi, bilim felsefeleri ile bilimin kendisi arasındaki tümüyle özgül boşluğu doldurmakta yardımcı olabilir. Onlar için bir sorun ve veri kaynağı olabilir. Ama, bu işi yapacak tek disiplin odur demek de istemiyorum bununla. Çünkü bilim uygulamasında günü gününe deney, herhalde onun tarihi üstüne çalışmaktan daha iyi bir köprü olabilecektir. Bilimin toplumbilimi, bilimin bilgisel içeriğini

örgensel yapısıyla birlikte kuşatacak denli yeterli olabilirse bir gün, o da aynı işi yapabilecektir herhalde. Tarihçinin zamanla gelişim konusuyla olan ilgisi ve, geçmiş üzerinde inceleme yaparken, fazladan uygun bakış açısı, tarihe özel üstünlükler kazandırabilir; bunların birincisine daha ilerde yine döneceğim. Buradaki görünüm yalnızca şu: Tarih, filozofun çok yakından tanışabileceği, olası birçok yöntem arasında, en pratik ve yatkın olanı sağlar.

Bu öneriye karşı, hatırı sayılır bir silah deposu var el altında. Kimisi, bu boşluğun, bir talihsizlik olsa da, büyük bir zarar açmayacağını ileri sürüyor. Birçokları da, tarihin bir düzeltici sağlamayabileceğini vurguluyor. Günümüzde bilim felsefesinin tartışılmakta olan bölümü, her ne olursa olsun, arada bir göstermelik olanlar dışında, herhangi bir özel kurama yönelmez. Onun amacı, geneldeki kuramdır. Bundan başka, tarihten farklı olarak, kuramın zamansal gelişimine de bir oranda az ilgi duyar; bunun yerine, kuramı durağan bir yapı olarak açıklamamış bile olsa, özel bir zaman ve uzamda sağlam bir bilgi örneği olarak vurgular. Ama her şeyin üstünde, bilim felsefesinde, özeller kalabalıklığının, tarihin hamurundanmış gibi görünen kişisel ayrıntıların bir rolü yoktur. Felsefenin işi ussal bir yeniden-kurmadır ve konusunun sağlam bilgi olarak bilime temel hizmeti gören öğelerini korumak gereğini duyar yalnızca. Bu amaçla, üniversitelerin ders kitaplarındaki bilimin, ideal olmasa da uygun olduğu ileri sürülür. Ya da en azından, birkaç bilimsel klâsiğin, belki Galileo'nun *Two New Sciences*'ı ile birlikte, Newton'un *Principia*'sından "Giriş" ve "General Scholium"u incelemesiyle tamamlandığında yerinde görülür.

Tarih ile bilim felsefesinin çok değişik amaçları olduğu üstünde daha önce durduğum için, değişik kaynaklardan uygun bir biçimde işledikleri savlamasıyla bir tartışmaya girişmeyeceğim. Ama şunu söyleyebilirim: Az önce incelenmiş olan kaynak türlerindeki güçlüğün kökeni; filozofun bunlara dayanarak yaptığı yeniden-kurmanın hem bilim tarihçilerince ve hem de bilim adamlarının kendilerince bilim olarak genelde tanınmamasıdır (bilim imgesi, filozofunkiyle aynı yerden sağlanmış olan, toplumbilim bilim adamları belki bunun dışındadır). Sorun, filozo-

fun kuram açıklamasının çok soyut, ayrıntılardan çok ayıklanmış, çok genel olması değildir. Tarihçiler de, bilim adamları da filozoflar kadar ayrıntıları dıştalama, temel ilkelerle ilgilenme, ussal yeniden-kurguya bir girişimde bulunma savında olabilirler. Felsefi bir kafa sahibi tarihçi için bilim felsefecisi çoğun, birkaç seçilmiş öğeyi yanlışlıkla bir bütün olarak karşılamış ve sonra da onları, ilkece uygun düşmeyebilecek ve, bu uygulama ne denli soyut bir yolla betimlenmiş olsa da, kesinlikle pratikte gerçekleşmeyen işlevleri de görmeye zorlamış gibi görünür. Hem filozoflar ve hem de tarihçiler temel ilkeleri arasalar da, araştırmalarının sonuçları hiç de aynı olmaz.

Gözden kaçırılan yapıcı öğeleri sayıp dökmenin yeri değil burası. Birçoğu, her ne olursa olsun, daha önceki yapıtımda tartışılmış bulunuyor. Yalnız tarihi, şimdiki geçerli olandan farklı, bilimin ussal bir yeniden-kurulması için olası bir kaynak yapan şeyin ne olduğu konusuna değinmeden geçemeyeceğim. Bu amaçla, ayrıca tarihin, çağdaş felsefede çoğun düşünüldüğü gibi, kendi başına bir girişim olmadığı üzerinde durmalıyım ilk önce. Diyeceğim Louis Mink'in, anlayışla, "tarihsel kavrayışın özerkliği" adına verdiği durumu kısaca irdelemeliyim.

Sanırım artık tek kişi bile yoktur ki, tarihin sadece günlük olayların yazımı, olguların oluş sıralarına göre düzenlenmiş koleksiyonu olduğuna inansın. Çoğunlukla kabul edilebileceği gibi, o bir açıklama girişimidir, kavrayışa yol açan bir girişimdir ve, dolayısıyla, yalnız olguları değil, bunlar arasındaki bağlantıları da ortaya koymak ister. Ne var ki, şimdiye değin hiçbir tarihçi bu bağlantıların öz-yapısı üstüne akla yakın bir açıklama getirememiştir ve filozoflar, meydana gelen bu boşluğu, "kuşatıcı yasa modeli – covering law model" diye bilinen bir şeyle doldurmuşlardır yakınlarda. Burada benim onun üzerinde durmamın sebebi, onun, geniş ölçüde yaygın bir tarih görüntüsü üstüne eklemlenmiş bir değişke; disiplini, yasaya benzer genellemeleri araştıran kimselere, yani filozoflara, bilim adamlarına ve özellikle de toplumsal bilim adamlarına ilginç değilmiş gibi gösteren bir değişke olmasıdır.

Kuşatıcı yasa modelini önerenlere göre, tarihsel bir anlatı, betimlediği olaylar, tarihçinin bilinçli ya da bilinçsiz olarak

yaklaşımda bulunduğu toplum ve doğa yasalarınca yönetildiği ölçüde açıklayıcıdır. Tam anlatının başladığı anda, sağlanmış olan koşullara göre ve ayrıca bir kuşatıcı yasa bilgisine göre; belki oluşum sırasında işe karışan ekleme sınır koşulları yardımıyla anlatının kimi temel bölümlerinin gelecekteki akışı önceden kestirilebilir. İşte bu bölümlerin, ama yalnız bu bölümlerin tarihçi tarafından açıklanabileceği söylenebilir. Eğer yasalar yalnız kaba kestirimlere izin veriyorsa, bir açıklamadan çok, bir "açıklama taslağı" sağlandığı söylenebilecektir. Ama hiçbir kestirime olanak vermiyorlarsa, o zaman anlatı da açıklama getiremez.

Açıkça söylemek gerekirse, kuşatıcı yasa modeli, doğa bilimlerinde bir açıklama kuramından alınmış ve tarihe uygulanmıştır. Demek istiyorum ki, ilk geliştirildiği çalışma alanında erdemleri ne olursa olsun, bu uygulamada nerdeyse tam bir uygunsuzluk vardır ya da olacaktır. Çok olasıdır ki, tarihe uygulanabilecek toplumsal davranış yasaları vardır ya da olacaktır. Onlar varlık kazanırken, tarihçiler de erinde gecinde onları kullanacaklardır. Ama bu tür yasalar, en başta toplumsal bilimlerin işidir ve ekonomidekiler dışında, henüz pek az kullanılabilir durumdadır. Filozofların tarihçilere yükledikleri yasalar için, toplumsal bilim adamlarınca yazılmış yazılara genellikle döndüklerini daha önce de belirtmiştim. Şimdi de şu noktayı ekleyeyim ki, onlar tarihsel yazıdan örnekler getirdiklerinde, çıkardıkları yasalar aynı zamanda hem apaçıktır ve hem de kuşkuludur: Sözgelimi, "aç insanlar saldırıya eğilimli olurlar" gibi. "Eğilimli olurlar" sözünün altı kuvvetle çizilirse, yasa da geçerli olur belki. Ama, onsekizinci yüzyıl Fransa'sındaki bir kıtlığın açıklanmasının, yüzyılın hiçbir ayaklanma olmadığı ilk on yılını işleyen bir anlatı için, ayaklanmaların olduğu son on yılını işleyen bir anlatı için olduğundan daha az esas olduğu sonucu çıkar mı?

Kuşkusuzdur ki, tarihsel bir anlatının akla yakınlığı, bunun gibi birkaç dağınık ve kuşkulu yasanın gücüne bağlı olamaz. Olsaydı, o zaman tarih nerdeyse hiçbir şeyi açıklayamazdı. Çok az bir ayrıksı durumla, anlatılarının sayfalarını dolduran olgular, sadece vitrin giysisi, birbiriyle ya da herhangi daha büyük bir amaçla hiçbir bağlantısı bulunmayan, olgular adına olgular sa-

yılırdı. Gerçekten, yasaya bağlı çok olgu da, sırf "kuşatılmış – covered" oldukları için, ilgi çekmez olurlardı ve herkesin daha önceden bildiklerine bir şey katmazdı. Açıklayayım, ben tarihçinin hiçbir yasa ve genelleme yapamayacağını, ne de eli altında iken bile onları hiç kullanamayacağını ileri sürmüyorum. Yalnız diyorum ki, yasalar tarihsel bir anlatıya ne denli öz katarlarsa katsınlar, bu onun açıklayıcı gücü için bir esas değildir. Bu, her şeyden önce, tarihçinin sunduğu olgular ve onları yanyana getirirken tuttuğu yolla gerçekleşir.

Felsefeye eğilimli bir fizikçi olduğum günlerde tarih görüşüm, kuşatıcı yasa kuramcılarınınkine benziyordu ve seminerimdeki filozoflar da genellikle onu aynı yolda görmeğe başlamışlardı. Benim kafamı değiştirmiş olan ve onlarınkini her zaman değiştiren şey, tarihsel bir anlatıyı toparlama deneyidir. Yaşamsal bir deneydir bu; çünkü tarihi öğrenme ile onu yapma (yazma) arasındaki ayrım, daha birçok yaratıcı alandakinden –buna elbet felsefe de giriyor– çok daha büyüktür, Buna dayanarak, birçokları içinde şu sonuca da varıyorum: Geleceği önceden kestirme yeteneği tarihçinin silah deposunun bir bölümü değildir. O ne bir toplumbilim bilim adamı, ne de kâhindir. Anlatısının sonunu ve, yanı sıra, yazmaya başlamadan önce, başlangıcını bilmesi, hiç de bir kaza eseri değildir. Bu bilgilenme olmadan zaten tarih yazılamaz. Burada sunabileceğim hiçbir değişik tarih felsefesi ya da tarihsel açıklama elimde bulunmadığı halde, en azından, tarihçinin görevi üstüne daha iyi bir görüntüyü ana çizgileriyle gösterebilir ve onun gerçekleşmesinin niçin bir çeşit kavrayış yaratabileceğini söyleyebilirim.

İş başındaki tarihçi, sanırım, parçaları kare şeklinde olan o resimli bulmacalardan biri gösterilen çocuktan farklı değildir; ama tarihçiye kutu içinde fazladan birçok parça da verilmiştir. Elinde veriler vardır ya da onları sağlayabilir; ama hepsini değil elbet (bu ne olabilirdi ki?), ama büyükçe bir bölümünü bir arada. Yapacağı iş, çocukça, akla yakın bir biçimde yanyana getirilen tanınabilir nesnelerin bir resmi olabilecek şeyin; tarihçi ile okuru durumunda da, tanınabilir etmenleri ve davranışları içeren akla yakın bir anlatı olan şeyin öğelerini sağlayabilmek için, yanyana konabilen bir takımı onlara dayanarak seçip oluş-

turmaktır. Bulmacadaki çocuk gibi iş başındaki tarihçi de çiğnenip geçilemeyen kurallara bağlıdır. Bulmacanın da, anlatının da ortasında, boş alanlar olamaz. Ayrıca, herhangi bir kesiklik de olamaz. Eğer bulmaca kırsal bir sahneyi gösteriyorsa, bir adamın bacakları bir koyunun bedenine eklenemez. Anlatıda asıp kesen bir kral, yalnızca uyku yoluyla iyiliksever bir zorbaya dönüştürülemez. Tarihçi için çocuğa uygulanamayan fazladan kurallar da vardır. Sözgelimi, anlatıda hiçbir şey, tarihçinin öyküsünden çıkanp atmak üzere seçtiği olguları çarçur edemez. Bu öykü, aynca, tarihçinin bildiği her türlü toplum ve doğa yasalarına uygun olmalıdır. Bu gibi kuralların çiğnenmesi, hem kurulan bulmacayı, hem de tarihçinin anlatısını reddetmek için bir gerekçe olur.

Ne ki bu kurallar, hem çocuğun ve hem de tarihçinin işinin sonucunu, sadece sınırlar, ama belirlemezler. Her iki durumda da işi doğru dürüst yapmış olmanın temel ölçütü, daha önceden görülmemiş olsa da, bildik bir ürün oluşturma yolunda, o parçaların uygun olduğunun baştan tanınmasıdır. Çocuk resimler görmüştür, tarihçi de davranış örüntüleri görmüştür daha önceden bunlara benzeyen. Bu benzerliğin tanınması, benim kanıma göre, "ne bakımdan benzer?" sorusuna verilecek herhangi bir yanıttan önce gelir. Bu, ussal bir yolla anlaşılabilir ya da bir hesap makinasına dayanılarak şekillendirilebilir olsa da (bu türden bir işe bir zamanlar ben de girişmiştim), benzerlik bağıntısının kendisinden daha ilkel, eski ölçütlerden oluşan bir tek takıma indirgenemez. O bütünseldir ve yasamsı bir yeniden-formülasyona gelmez. Sözgelimi, onun yerine, "A, B'ye benzerdir, ancak ve ancak eğer ikisi de c, d, e, ve f karakteristiklerini paylaşırsa" biçiminde bir biçim önermesi getirilemez. Başka bir yerde, fizik bilimlerin bilgisel içeriğinin başarılı bilimsel çalışmanın paradigmaları ya da somut örnekleri arasındaki aynı ilk benzerlik bağlantısına kısmen bağlı olduğunu; bilim adamlarının bir problem çözümünü, süreci yasal kılmak için, özgün olanın hangi karakterlerinin korunması gerektiğini hiç bilmeden, başka bir çözümü örnek olarak şekillendirdiğini belirtmiştim. Şimdi burada da diyorum ki, tarihte bu karanlık global ilişki, bağlayıcı olgunun nerdeyse bütün yükünü taşımaktadır. Ta-

rih açıklayıcı ise eğer, anlatıları genel yasalarla karşılanmış olduğu için değildir. Daha çok, "şimdi ne olup bittiğini biliyorum" diyen okuyucunun, aynı zamanda "şimdi bu anlaşılıyor; şimdi artık kavrıyorum; daha önceleri benim için sadece bir olgu listesi olan şey, tanınabilir bir örüntüye dönüştü" dediği içindir. Aktarılan bu deneyin ciddiyetle karşılanması gerektiğini belirtmek isterim.

Buraya değin söylenenler, felsefi düşünce ve araştırma programının ilk evresidir, bir problemin çözümü değildir henüz elbette. Onun olası sonucu üstüne birçoğunuz benden farklı düşünüyorsa eğer, tamam olmayışının ve güçlüğünün benden daha fazla farkında olduğunuz için değil, tersine, bu vesilenin gelenekle çok köktenci bir kopukluğu gerektirdiğine benden daha az inanmanızdandır. Bu sorunu burada tartışmayacağım. Şimdi benim konu dışına çıkışımın amacı, inançlarımı savunmak değil saptamaktır. Kuşatıcı yasa modeli üstüne kafamı kurcalayan nokta, onun tarihçiyi *manqué* (başarısız – ç.n.) bir toplumbilim adamı yapmasıdır; çünkü, aradaki boşluk çeşitli olgusal ayrıntılarla doldurulmaktadır. Bu da onun kendine göre başka ve köklü bir disiplini olduğunu, tarihsel kavrayışın bir özerkliği (ve bütünlüğü) bulunduğunu tanımayı güçleştiriyor. Gerçi şimdi bu iddia da çok uzaktan akla yakınmış gibi görünüyor ama, benim asıl vargıma giden yolu da yapmaktadır. Bilim tarihçisi, kaynakların düşünülmesinden ve anlatının kurgusundan günyüzüne çıktığında, temel ilkelerle tanışmış olma iddiasını taşımaya hak kazanır belki. Böylece, eğer o, "bilimin filozofların bilmezlikten geldikleri yanlarına baş köşeyi vermeksizin kalıcı bir anlatı kuramıyorum, ayrıca onların esas saydıkları öğelerin bir izini de bulamıyorum" diyorsa, bir dinleyici kitlesini hak etmiş demektir. Onun öne sürdüğü şey, filozofların yenidenkurdukları girişimin, kimi esasları bakımından, bilim olmadığıdır.

Tarihçinin anlatısal kurgularını daha ciddiyetle karşılamak yoluyla, filozoflar ne gibi dersler çıkarabilirler? Birçoğu bireysel durumların incelenmesine bağlı olan, daha başka örneklemeler doğrultusunda yaptığım ilk çalışmama gönderme yaparak bu konferansı tek bir global örnekle kapatacağım. Tarihsel ça-

lışmanın büyük çoğunluğu süreçle, zamanla gelişim olgusuyla ilgilidir. İlkece, gelişim ve değişimin felsefede benzeri bir rol oynamaya gereksinimi yoktur; ama, uygulamada oynarlarsa, filozofun durağan bilim görüşünün de, ve böylece, kuram yapma ve pekiştirme gibi sorunlar üzerindeki görüşünün de, verimli bir biçimde değişeceğini belirtmek isterim şimdi.

Sözgelimi, ampirik yasalar ile kuramlar arasındaki bağıntıyı ele alalım; bu kısa vargıya ulaşmak için, bunların her ikisini de çok geniş olarak yorumlayacağım. Başka yerde sanırım çokça vurgulamış olduğum gerçek güçlüklere karşın, ampirik yasalar bilim felsefesinde öğretilen geleneğe görece uygundur. Kuşkusuz, gözlem ve deneyle doğrudan doğruya karşılaştırılabilirler, şimdiki görüşüme göre ilk ortaya çıkışlarında daha çok olmak üzere daha önce elde bulunmayan bilgileri sağlayarak, açıkça görülmekte olan bir boşluğu dolduruyorlar. Bilim ilerledikçe, onlar da incelip arınırlar; ama, ilk özgün versiyonlar, daha sonra gelenler yanında yaklaştırımlar olarak kalır ve güçleri de bu yüzden ya açıkça ya da kolayca ellerinden alınır. Kısacası yasalar, salt ampirik oldukları ölçüde, bilgiye açık eklemeler olarak bilime girerler ve, bundan böyle, artık oradan tümüyle asla çıkarılamazlar. İlgi çekmez olurlar ve dolayısıyla anılmaz olurlar, ama bu başka bir sorundur artık. Yine söylüyorum, bu konumun gerçekleştirilmesi karşısına önemli güçlükler çıkar; çünkü artık bir yasa için, tam neyin salt ampirik olacağı açık değildir. Ama, herkesçe bilinen bir idealizasyon olarak, ampirik yasaların bu standart açıklanması, tarihçinin deneyine de çok güzel gider.

Kuramlar bakımından durum farklıdır. Gelenek onları yasa koleksiyonları ya da takımları gibi gösterir. Bir takım üyelerinin tek tek, bir bütün olarak takımın tümdengetirilen sonuçları aracılığıyla sadece deneyle karşılaştırılabileceğini kabul ederse de, bundan böyle kuramları, elden geldiğince sıkı bir biçimde, yasalarla bir tutar. Bu özdeşleştirme tarihçinin deneyimine asla tam bir uygunluk göstermez. O geçmişte belli bir döneme baktığında, daha sonra ampirik yasalarla doldurulabilecek boşluklar bulur bilgide. Eskiler havanın sıkıştırılabildiğini biliyorlardı; ama, onun hacmi ile basıncını nicel olarak birbirine bağlayan düzenlilikten habersizdiler; sorulduğunda, bu eksikliği kabul

ederlerdi herhalde; ama, tarihçi, daha sonraki bir kuramla doldurulabilecek benzeri boşlukları ya çok seyrek bulur ya da hiç bulamaz. Aristoteles'çi fizik de zamanında bilinebilir ve tasarlanabilir dünyayı, daha sonraki Newton fiziği kadar, bütünüyle kuşatıyordu. Ama ikincisinin getirilebilmesi için birincisinin yerinden edilmesi kaçınılmazdı. Bu yapıldıktan sonra da, ayrıca, Aristoteles'çi kuramı yeniden anımsamak yolundaki çabalar, bir ampirik yasayı yeniden anımsamak için gerekli olanlardan çok farklı nitelikte güçlükler çıkarmıştı. Kuramlar, tarihçinin kendilerini bildiği biçimleriyle, hem doğayla hem de birbiriyle doğrudan karşılaştırma yapabilme amaçlarıyla, kurucu öğelerine çözümleme yoluyla asla ayrıştırılamazlar demek değildir bu; daha çok, çözümleme yoluyla ortaya konan yasaya-benzer bölümler, ampirik yasalardan farklı olarak, tek tek işlev görürler bu gibi karşılaştırmalarda, demektir.

Aristoteles fiziğinin temel savı, sözgelişi, boşluğun olanaksızlığıydı. Varsayalım ki, çağdaş bir fizikçi ona (Aristoteles'e), bir boşluğa keyfi bir biçimde yakın bir yaklaştırımın şimdi laboratuvarda yaratılabildiğini söylemiştir. Aristoteles buna şöyle yanıt verecektir herhalde: Havası ya da daha başka gazları boşaltılmış bir kap benim anladığım anlamda bir boşluk değildir. Şimdi bu yanıt da göstermektedir ki, onun fiziğinde bir boşluğun olanaksızlığı yalnızca bir ampirik konu değildir. Şimdi de yine varsayalım ki, Aristoteles fizikçinin görüşünü kabul etmiş ve bir boşluğun, her ne olursa olsun, doğada varolduğunu bildirmiştir. O zaman o, baştanbaşa yeni bir fizik isteyecektir, kendi sonlu kozmozu, onun içinde uzay ve, boşluk kavramıyla birlikte duran ya da düşen doğal devinim kavramı için. Bu anlamda da şu yasaya benzeyen "doğada boşluk yoktur" önermesi, Aristoteles fiziğinde tam bir yasa gibi işlev göstermeyecektir. Diyeceğim, yapının geri kalanını olduğu gibi bırakarak, daha iyileştirilmiş bir değişke ile o yok edilip yeri doldurulmayacaktır.

Tarihçi için, bundan dolayı, ya da en azından böyle biri için, kuramlar kimi temel yanlarıyla holistiktir. Onun söyleyebildiği kadarıyla, her zaman varolmuşlardır (bilim olarak rahatça betimleyebildiğimiz biçimlerde olmasalar da her zaman) ve, sonra, düşünülebilir doğal olayların tüm düzenini her zaman

karşılamışlardır (çoğun pek açık ve kesin olmamakla birlikte). Bu bakımlardan onlar yasalardan açıkça farklılaşırlar ve, ister istemez, gelişme ve değerlendirme yolları bakımından ayrımlara karşılık olurlar. Bu sonraki süreçler üstüne çok az bilgimiz vardır ve, geçmişin seçilmiş kuramlarını gerektiği gibi yeniden kurabilmeyi öğrenmedikçe, fazla bir şey öğrenemeyiz. Günümüzde bu işi öğrenmiş kişiler filozoflar değil, tarihçilerdir. Elbette filozoflar da öğrenebilirlerdi, ama daha önce de söylemiş olduğum gibi, süreç içinde, tarihçi de olabilirlerdi olasılıkla. Ben onları da hoş karşılardım, ama geçiş dönemi içindeki sorunlarını gözden yitirirlerse de üzülürdüm; ama gerçekliğini kabul ettiğim bir tehlikedir bu. Bundan sakınabilmek için, tarih ile bilim felsefesinin ayrı ayrı disiplinler olarak sürüp gitmelerini isterim. Gerekli olan (şey) birleşip kaynaşmadan çok, etkin söylemden doğacaktır sanırım.

2

Fizik Biliminin Gelişiminde Neden Kavramları

Etudes d'épistémologie génétique 25 (1971): 7-18'te, "Les notions de causalité dans le developpement de la physique" başlığıyla basılan bildiri.

Bir bilim tarihçisi, fizik biliminde nedensel kavramların gelişimi üstüne, çocuk ruhbilimcilerinden oluşan bir dinleyici grubu önünde konuşmaya niçin çağrılsın? Bu soruya verilecek bir ilk yanıt, Jean Piaget'nin araştırmalarını bilen herkes için bellidir. Çocukların uzay, zaman ve devinim ya da dünya anlayışları konuları üzerinde onun yapmış olduğu algılama araştırmaları, ilkçağın yetişkin bilim adamlarınca tutulan görüşlerle çarpıcı koşutluklar göstermektedir birçok kez; şimdi eğer neden kavramı konusunda da benzeri koşutluklar varsa, bunların açıklığa kavuşturulması, hem ruhbilimcilerin ve hem de tarihçilerin ilgi alanına girecektir.

Ama böylece tarihçilere ya da çocuk ruhbilimcilerine uygulanabilir daha kişisel bir yanıt da vardır belki. Hemen hemen yirmi yıl önce, nerdeyse aynı zamanda, hem bilim tarihinin uyandırdığı düşünsel ilgiyi ve hem de Jean Piaget'nin ruhbilimsel çalışmalarını ilk kez keşfetmiştim. İşte o zamandan beri bunların her ikisi de düşüncemde ve çalışmamda sıkı bir karşılıklı etkileşim içinde olmuşlardı. Ölmüş bilim adamları üstüne nasıl sorular sorulacağı konusunda bildiklerimin bir bölümü, Piaget'nin yaşayan çocuklar üstüne soruşturmalarının incelenmesiyle öğrenilmiş bulunmaktadır. Her tarihçiden daha çok benim *üstadım* olmuş Alexandre Koyré ile ilk karşılaşmamda, bu etki-

nin nasıl yer aldığını dipdiri anımsamaktayım. Aristotoles fiziğini anlamayı Piaget'nin çocuklarından öğrendiğimi kendisine bildirmiştim. Yanıtı, "Aristoteles'in fiziği, Piaget'nin çocuklarını anlamayı öğretti bana," şeklinde olmuştu; o zaman, öğrenmiş olduğum şeyin önemini daha da derinden duymuştum. Nedensellik gibi şimdi artık tamamen anlaşamayacağımız konularda bile, Piaget'nin etkisinin silinmez izlerini kabul etmekle kıvanç duyuyorum.

Fizik tarihçisinin, neden kavramının çözümlenmesinde başarılı olmak istiyorsa eğer, bu kavramın incelemeye alışık olduğu yanlarının çoğundan farklı, birbirine bağlı iki yanı olduğunu kabul etmesi gerekir sanırım. Daha başka kavramsal çözümlemelerde olduğu gibi, "neden" ve "çünkü" gibi sözcüklerin, bilim adamlarının konuşmasında ve yayınlarında gözlemlenen geçişinden yola çıkması gerekir. Ancak bu sözcükler, konum, devinim, ağırlık, zaman vb. gibi kavramlarla ilgili olanlardan farklı olarak bilimsel söylemde düzenli bir biçimde geçmez her zaman ve, geçtiklerinde de, söylem çok özel bir türden olur. İşte bunun için, çeşitli sebeplerden dolayı, M. Grize'in yapmış olduğu bir saptamaya kapılarak, "neden" teriminin fizikçilerin sözlüğünde bilimsel olarak değil, bilimsel-ötesi olarak, her şeyden önce işlerlik gösterdiği söylenir.

Ama bu gözlem, neden kavramı, konum, kuvvet ya da devinim gibi daha tipik kavramlar kadar önemli değildir demeğe gelmemeli. Tersine, eldeki çözümleme araçlarının iki durumda âdeta farklı biçimde işlediğini anlatmış olmalıdır. Neden kavramını çözümlerken tarihçi ya da filozof, dilin ve davranışın ayrıntılarına her zamankinden daha çok duyarlı olmalıdır. "Neden" gibi terimlerin geçişlerini değil sadece, bu terimlerin çağrıştırdıkları özel durumları da ayrıca gözönüne almak gerekir. Buna karşılık o, çözümlemesinin ana görünüşlerini de, içinde bir neden açıkça sağlanmış olsa bile, toplam iletişimin hangi kesiminin nedenlere yollama yaptığını gösteren hiçbir terimin yer almadığı bağlamlar üzerindeki gözlemine dayandırmalıdır. İşini bitirmeden önce bu yolda giden çözümlemeci, sözgelişi, neden kavramının, konuma kıyasla, temel dilsel ve küme-ruhbilimsel (group-psychological) bileşenleri olduğu so-

nucuna varabilir.

Nedensel kavramların çözümlenmesinin bu yanı Piaget'nin bu konferansın başından beri üzerinde durduğu bir ikinci yanına sıkı sıkıya bağlıdır. O, neden kavramını dar ve geniş olmak üzere iki başlık altında incelememiz gerekir, demişti. Bana kalırsa dar kavram etkin bir eyleyen, iten ya da çeken, bir kuvvet etkiyen ya da bir güç gösteren eyleyici ile ilgili, işin başında benmerkezci bir kavramdan türer. O, Aristoteles'in etkili neden kavramına, diyeceğim çarpışma sorunlarının ilk kez onyedinci yüzyıl çözümlenmeleri sırasında teknik fizikte önemli ölçüde işlev gösteren bir kavrama çok yakındır. Geniş anlamdaki kavram ise, en azından ilk bakışta çok farklıdır. Piaget onu genel açıklama kavramı olarak betimlemişti. Bir olayın nedenini ya da nedenlerini betimlemek, onun niçin olduğunu açıklamak demektir. Nedenler, fiziksel açıklamalarda görülür ve fiziksel açıklamalar da genelde nedenseldir. Ama yine de çoğunun, neden kavramını yöneten ölçütlerin kimisinin yapısındaki öznelliğiyle yine karşılaşacağını kabul ederim. Hem tarihçi ve hem de ruhbilimci, fiziğin ya da çocuk gelişiminin bir evresinde bir açıklama sağlayan bir sözcük dizisinin başka bir evrede sadece daha çok soruya yol açabileceğini çok iyi bilir. Genel çekim dolayısıyla elma yeryüzüne düşer demek, yeterli midir, yoksa, çekimin kendisi, soru sorma istenci sona ermeden önce açıklanmış mı olmalıdır? Açıklanmış bir tümdengelim yapısı, nedensel bir açıklamanın uygunluğu için gerekli bir koşuldur; ama, yeterli bir koşul değildir. Bu yüzden, nedenselliği çözümlerken, *force majeur** dışında, nedensel soruların gerilemesini bir tıkanıklığa götürecek özel yanıtların araştırılması gerekir.

Nedenin iki anlamının bir arada bulunması da yukarda kısaca değindiğimiz sorunlardan bir başkasını da yeğinlendirir. En azından, kısmen tarihsel nedenlerden ötürü, dar anlamdaki kavram çoğun temel olarak alınır ve geniş anlamdaki kavram da çoğun, sonunda bir zorlama ile ona uydurulur. Dar anlamdaki nedensel açıklamalar her zaman bir eyleyen ve bir denek, bir

* Force Majeur: (Frans.) Tanrısal gücün görünüşü, tecellisi. Akla uygun bir yolla önceden bilinemeyen ya da denetlenemeyen olay (ç. n.).

neden ve bir sonuç etki sağlar. Ama, kendilerinden ne bir ilk olayın ya da görüngünün, ne de herhangi bir etkin eyleyenin *neden* olarak çıktığı –az sonra aşağıda inceleyeceğimiz– doğal görüngülerin daha başka açıklamaları vardır. Bu gibi açıklamaların nedensel olmadığını söylemekle bir şey kazanılmaz (ve dilsel doğallıktan da çok şey yitirilir): Bir kez sağlandıktan sonra, gözden kaçırılmış neden diye alınabilecek bir şeyleri de eksik değildir. Ayrıca, sorunların nedensel olmadığı da söylenemez: Başka koşullar altında sorulduğunda, dar anlamda nedensel bir yanıtı çağrıştırırlar. Doğal görüngülerin nedensel ve nedensel-olmayan açıklanmaları arasına herhangi bir çizgi çekilebilirse nasılsa, o, burada yeri olmayan inceliklere bağlı olacaktır. Öte yandan, bu gibi açıklamaları, sözlü ya da matematiksel bir yolla, neden olarak işlerin bir ilk durumunun ortaya atılmasına yol açan bir biçime dönüştürmek de yararlı bir iş değildir. Belki dönüşüm her zaman iyi yürütülebilir (konuk meslektaşım Bunge'un sunumunda örneklenmiş olan ince tekniklerden biriyle kimi zaman), ama sonuç, çoğun, dönüştürülmüş anlatımı açıklayıcı kuvvetinden yoksun bırakmak olur.

Fizikte neden kavramlarının evrimindeki dört ana evrenin şematik bir örneği, buraya değin söylenenleri hem belgeleyecek ve hem de derinleştirecektir. Ayrıca daha genel birkaç vargı için de yol hazırlayacaktır. Yaklaşık 1600'e değin fizikte önde gelen gelenek Aristoteles'çiydi ve onun neden çözümlemesi egemenliğini kurmuştu. Bununla birlikte, birincisi bir yana atıldıktan çok sonra da, ikincisi kullanımda kalmayı sürdürebilmişti ve bu yüzden de başlangıçta, ayrı bir incelemeyi hakeder. Aristoteles'e göre, dünyaya gelmek de içinde olmak üzere, her değişikliğin dört nedeni bulunuyordu: Maddesel, etkili, biçimsel ve ereksel. Bu dört neden bir değişiklik açıklaması isteğine verilebilecek yanıt tiplerini belirliyordu. Sözgelimi, yontu söz konusu olduğunda, varlığının maddesel nedeni mermerdir; etkili nedeni, yontucunun araçlarınca mermer üzerine uygulanan kuvvettir; biçimsel nedeni, işin başında iken yontucunun zihninde varolan, bitirilmiş nesnenin idealize edilmiş biçimidir; ereksel nedeni de, Yunan toplumu üyelerince bilinen, güzel şeylerin sayısında bir artıştır.

İlkece her değişiklik, her bir değişiklik tipinden biri, bu dört nedene bağlıydı; ama, pratikte fiili açıklama için başvurulan neden çeşidi, bir alandan öbürüne büyük değişiklik gösteriyordu. Fizik bilimleri alanında çalışırken, Aristoteles'çiler genel olarak biçimsel ve ereksel olmak üzere yalnız iki neden kullanıyorlardı ve bunlar her zaman bir tek nedende birleşiyordu. Hızlı değişiklikler, diyeceğim, kozmosun doğal düzenini bozan değişiklikler, etkili nedenlere, itmelere ve çekmelere yükleniyorlardı doğal olarak; ama, bu tür değişiklikler daha ileri açıklamaya yatkın görünmüyorlar ve fiziğin dışında kalıyorlardı. Bu konu, yalnız doğal düzenin yeniden kurulması ve ayakta kalmasıyla uğraşıyor ve bunlar da yalnızca biçimsel nedenlere bağlı bulunuyorlardı. Böylece taşlar, öz-yapıları ya da biçimleri sadece bu konumda bütünüyle gerçekleşebildiği için, evrenin merkezine doğru düşüyor; aynı sebepten alev de dış çevreye doğru yükseliyordu; gök cisimleri de uzayda düzenli bir biçimde ve sonsuz olarak dönmek yoluyla, öz-yapılarını gerçekleştiriyorlardı.

Onyedinci yüzyılda bu tür açıklamalar, mantık bakımından kusurlu, salt sözsel bir oyun, bir totoloji gibi görünmeye başlamıştı ve bu değerlendirme sürüp gitti. Afyonun insanları uyutma gücünü, "uyutucu nitelik" terimleriyle açıklamakla gülünç duruma düşen Molière'in doktoru, günümüzde de geçerli bir gülünç kişiliktir. Bu gülünçlük etkili olmuştu ve onyedinci yüzyılda buna yer vardı. Ne ki, bu tür açıklamalarda hiçbir mantık aksaklığı yoktur. Aristoteles'çilerin yapmış oldukları gibi, insanlar görece geniş doğal bir görüngüler alanını, görece küçük sayıda biçimler çerçevesinde açıklayabildikleri sürece, bu biçim(ler) çerçevesindeki açıklamalar da hep doyurucuydu. Yalnız her bir açık seçik görüngü, ayrı bir açık seçik biçimin bulunmasını zorunlu kıldığında, onlar da totoloji gibi görünmeye başlamışlardı. Tam tamına koşut bir türden açıklamalar, toplumsal bilimlerin çoğunda hâlâ görünmektedir apaçık. Bunlar istenilebilenden daha az güçlü olurlarsa eğer, güçlük onların mantığında değil, tersine, sergilenen özel biçimlerdedir. Kısacası demek istiyorum ki, biçimsel açıklama günümüzde fizikte olağanüstü bir etkililikle işlev görmektedir.

Bununla birlikte, onyedinci ve onsekizinci yüzyıllarda oy-

namış olduğu rol çok küçüktü. Yalın matematiksel düzenliliklere, daha ileri hiçbir çözümlemeyi gerekli görmeyen biçimsel nedenler olarak sık sık işaret eden Galileo ve Kepler'den sonra, her açıklamanın artık mekanik olması istendi. Tek tek kabul edilebilir biçimler, maddenin sonal parçalarının şekilleri ve konumlarıydı. İster konumun, ister renk ve sıcaklık gibi bir niteliğin olsun, her değişiklik, bir küme parçacığın başka bir küme üstüne yapmış olduğu fiziksel etkinin sonucu gibi anlaşılmak gerekiyordu. Nitekim, Descartes, cisimlerin ağırlığını, çevredeki eter parçacıklarının cisimlerin üst yüzüne yapmış oldukları etkiden ileri geliyormuş gibi açıklamaktaydı. Aristoteles'in etkili nedenleri, itmeler ve çekmeler, değişiklik açıklamasında artık egemen durumdaydı. Parçacıklar arasında mekanik-olmayan etkileşimlere izin veriyormuş gibi geniş çapta yorumlanan Newton'un yapıtı bile, etkili nedenin egemenliğini kırmak için pek az bir şey yapabilmişti. Elbet, salt mekanizme son vermeye de çalışmıştı; ama, Newton'un uzaktan etkiyi getirmesi, varolan açıklama ölçütlerinin gerici bir çiğnenişi gibi gören kimselerce geniş ölçüde saldırıya uğramıştı. (Haklıydılar. Onsekizinci yüzyıl bilim adamları, her bir görüngü türü için yeni bir kuvvet işe karıştırabiliyordu. Birkaçı bu yolu tutmaya başlamıştı.) Ama Newton'cu kuvvetler, genel olarak, temas kuvvetlerine benzeşimleri içinde işleniyordu ve açıklama da her şeyden önce mekanik niteliğini koruyordu. Özellikle fiziğin daha yeni kesimlerinde –elektrik, manyetizma, ısı incelenmesi gibi–, tüm onsekizinci yüzyıl boyunca açıklama, etkili nedenler çerçevesinde yürütülmüştü geniş ölçüde.

Bununla birlikte, ondokuzuncu yüzyılda, ilkin mekanikte başlamış olan bir değişiklik, fiziğin bütününe yavaş yavaş yayılmıştı. Bu alan giderek daha matematiksel olduğu için, açıklama da giderek daha uygun biçimlerin sergilenmesine ve onların sonuçlarının türetilmesine bağlı kalmaya başlamıştı. Özünde değilse de yapısında, açıklama yine Aristoteles'çi fiziğin yapısındaydı. Özel bir fiziksel görüngünün açıklanması istendiğinde, fizikçi uygun bir diferansiyel denklem yazacak ve ondan söz konusu görüngüyü belirlenmiş sınır koşullarıyla birleşik olarak çıkarsayacaktı. Evet, doğru, o zaman da diferansiyel denklemleri seçme-

sini temellendirmek istenecekti kendisinden. Ne var ki bu istek, açıklama tipine değil, özel bir formülasyona yöneltilmiş olacaktı. Doğru ya da yanlış bir denklem seçmiş olmak önemli değildi, diferansiyel bir denklemdi o; yani, olup bitenlerin açıklanmasını sağlayan bir biçimdi. Ve denklem de bir açıklama olarak daha fazla bölünemezdi. Ciddi bir saptırmaya uğratmaksızın, zaman bakımından etkiden önce gelen, hiçbir etkin eyleyici, ya da yalıtık bir neden çıkarılamazdı ondan.

Sözgelimi, Mars gezegeninin niçin elips bir dolancada devindiği sorununu ele alalım. Yanıt, çekimin karesiyle ters orantılı, karşılıklı bir etkileşim içinde, iki katı cismin oluşturduğu yalıtık bir dizgeye uygulanan Newton yasalarını sergiler. Bu öğelerden her biri, bu açıklama için esastır; ama, hiçbiri de görüngünün nedeni değildir. Açıklanacak görüngüden önce de gelmezler, eşzamanlı olurlar ya da ondan sonra gelirler daha çok. Şimdi Mars gezegeninin özel bir zamanda niçin gökyüzünde özel bir konumda olduğu gibi, daha sınırlı bir sorunu ele alalım. Yanıt, bir öncekinden sağlanabilir, daha önceki bir zamanda Mars gezegeninin hızının ve konumunun, denklemin çözümüne sokulması yoluyla. Bu sınır koşulları, yasalardan yapılan bir çıkarımla, açıklanacak bir olaya bağlanmış olan daha önceki bir olayı betimlerler. Ancak, o, sonsuz sayıda başkasının yerine geçebileceği önceki olaya, Mars gezegeninin daha sonra belirtilen bir zamandaki konumunun nedeni diyebilmek şansını elden kaçırır. Eğer sınır koşullar nedeni verirse, o zaman da nedenler açıklayıcı olmaktan çıkar.

Bu iki örnek, bir ikinci yönden de aydınlatıcıdır ayrıca. Bunlar, en azından bir fizikçinin öbürüne sormaması gereken sorulara yanıtlardır. Yukarda yanıt olarak gösterilenler, fizikçilerin kendileri için koyabilecekleri ya da öğrencileri için ortaya çıkarabilecekleri problemlere çözüm olarak, daha gerçekçi bir yolla belirlenebilirler. Şimdi bunlara açıklama adını veriyorsak, sebebi şudur: Bunlar bir kez ortaya konup anlaşıldıktan sonra, artık sorulacak hiçbir soru kalmaz: Fizikçinin açıklama olarak sağlayabildiği her şey, artık verilmiş olur. Bununla birlikte, daha başka bağlamlar da vardır ve bunların içinde benzeri sorular çok sorulabilir ve bu bağlamlarda yanıtın yapısı da değişik ola-

bilir. Diyelim ki, Mars gezegeninin dolancasının elips biçiminde olmadığı ya da özel bir zamandaki konumunun sınır koşullara bağlı, Newton'cu iki-cisim sorununa getirilen çözümle öngörülmüş bulunan bir konunun tıpatıp aynı olmadığı gözlemlenmiştir. O zaman fizikçi neyin aksadığını, deneyin beklentilerinden niçin ayrıldığını sorar (ya da görüngüler iyice anlaşılmadan önce sormuştur). Bu durumda yanıt da özgül bir nedeni ortaya çıkarır – burada, başka bir gezegenin genel-çekimsel etkisidir bu. Düzenliliklerden farklı olarak, aykırılıklar da dar anlamda nedensel olan terimlerle açıklanırlar. Aristoteles'çi fiziğe benzerlik bir kez daha çarpıcı bir biçimde karşımıza çıkıyor. Biçimsel nedenler, doğanın düzenini; etkili nedenler de, onun düzenden ayrılışlarını açıklar. Ama artık düzensizlik de düzenlilik gibi fizik alanına girmektedir.

Gök mekaniğinden alınan bu örnekler, mekaniğin öbür bölümlerinden ve akustik biliminden, elektrikten, optik biliminden, ya da geç onsekizinci yüzyılda ya da erken ondokuzuncu yüzyılda bu konular geliştiği için, termodinamikten örneklerle çoğaltılabilir. Ama sorun artık zaten aydınlanmış olmalıdır. Bununla birlikte vurgulanması gereken bir nokta vardır: Bu alanlardaki açıklamalarla Aristoteles'çi açıklama arasındaki bu benzerlik sadece yapısaldır. Ondokuzuncu yüzyıl fizik açıklamasında ortaya konmuş olan biçimler, hiç de Aristoteles'inkiler gibi değildir; tersine, onyedinci ve onsekizinci yüzyıllarda egemen olan Karteziyen ve Newton'cu biçimlerin matematiksel değişkeleridirler daha çok. Bu mekanik biçimlere yapılan kısıtlama, bununla birlikte, ondokuzuncu yüzyılın son yıllarına değin sürmüştür yalnız. Sonra, elektromanyetik alan için Maxwell denklemlerinin benimsenmesiyle ve bu denklemlerin mekanik bir eter yapısından türeyemeyeceğinin kabul edilmesiyle, fizikçinin açıklamalarda kullanabildiği biçimler listesi büyümeye başlamıştır.

Yirminci yüzyılda sonuç olarak ortaya çıkan şey, fiziksel açıklamada bir devrimin daha olmasıydı; ama, bu kez devrim açıklamanın yapısında değil, özündeydi. Konuk meslektaşım Halbwachs, onun ayrıntılarının birçoğuna işaret etti. Ben de burada sadece, çok geniş birkaç genelleme yapacağım onun üs-

tüne. Yalnızca matematiksel denklemlerle betimlenebilen ve biçimsel özellikler taşıyan, mekanik-olmayan köklü bir fiziksel kendilik olarak elektromanyetik alan, fiziğe alan kavramının sadece bir giriş noktasıydı. Çağdaş fizikçi daha başka alanlar da biliyor ve bunların sayısı da her gün artıyor. Büyük bir kesimiyle, ondokuzuncu yüzyılda bilinmeyen olayları açıklamakta bile kullanılıyorlar; ama, ayrıca, sözgelimi elektromanyetizmde, daha önce kendilerine ayrılmış olan kimi alanlardaki kuvvetleri yerlerinden de ediyorlardı. Onyedinci yüzyılda olduğu gibi, bir zamanlar açıklama olan şey, artık bir açıklama değildir. Öte yandan yalnız alanlar da değil, yeni bir tür ya da kendilik değişikliğe karışmaktadır. Madde de mekanik bir yolla akla gelmeyecek biçimsel özellikler kazanmıştır –özgül açısal moment (spin), tüm-eşitlik (parite), yabansılık (strangeness) vb.–, bunların her biri yalnız matematiksel çerçevede betimlenebilmektedir. Son olarak, kökü kazınamayan açıkça olasıcı bir öğenin fiziğe girişi, açıklama yasalarında başka bir köklü değişikliğe neden olmuştur. Şimdi, gözlemlenebilir görüngüler üstüne iyi-kurulmuş sorular vardır; sözgelimi, bir alfa parçacığı bir çekirdekten ayrıldığı zaman, fizikçilerin söylediğine göre, ilkece, bilimin yanıtlayamayacağı bir sorundur bu. Tek tek olaylar olarak alfa parçacığı salımı ve daha birçok benzeri görüngünün nedeni yoktur. Onları saklayacak herhangi bir kuram, kuvantum kuramını yıkacaktır, ona basit bir ekleme yapmaktan çok. Fizik kuramın daha sonraki bir dönüşümü belki bu görüşü değiştirecek ya da ilgili soruların sorulmasını olanaksız kılacaktır. Ama şu anda fizikçilerin pek azı, nedensel gediğe bir yetersizlik gözüyle bakmaktadır. Bu gerçek de nedensel açıklama konusunda bize birşeyler öğretir.

Bu kısa taslaktan özetle ne çıkarmalıdır? Minik bir özet olarak, diyeceğim ki: Dar anlamdaki neden kavramı, onyedinci ve onsekizinci yüzyıllar fiziğinin yaşamsal bir parçası olsa da; ondokuzuncu yüzyılda önemi azalmış ve yirminci yüzyılda da nerdeyse yok olmuştur. Başlıca ayrıksı durumlar, varolan fizik kuramını çiğner gibi görünen, ama gerçekte çiğnemeyen oluşumların açıklanmalarıdır. Aykırılığın özel nedenini ortaya çıkararak, diyeceğim, sorunun ilk çözümlenmesinde gözden kaçmış olan öğeyi bularak, bunlar açıklanırlar. Ne ki, bu durumlar dı-

şında, fiziksel açıklamanın yapısı, biçimsel nedenleri çözümlerken Aristoteles'in geliştirdiğine sıkıca benzemektedir. Açıklamaların ilgili oldukları kendiliklerin birkaç belirtilmiş, doğuştan özelliklerinden etkiler çıkarılmaktadır. Onlardan çıkarsanan açıklamaların ve bu özelliklerin mantıki statüsü, Aristoteles'in biçimlerininkiyle aynıdır. Fizikte neden, yine geniş anlamdaki neden olmuştur, diyeceğim, açıklama olmuştur.

Ancak, eğer, çağdaş fizik, kanıtlamalarının nedensel yapısıyla Aristoteles fiziğine benziyorsa, günümüzde fiziksel açıklamada yer alan özel biçimler, Antikite ve Orta Çağ fizikçilerindekinden kökten farklıdır. Yukarda yapılan kısa sergilemede bile, fiziksel açıklamada doyurucu bir biçimde işleyebilen biçim tiplerinde iki büyük geçiş gördük: Nitel biçimlerden (doğuştan gelen ağırlık ya da hafiflik) mekanik biçimlere ve sonra mekanik olanlardan matematiksel olanlara geçişleri. Daha ayrıntılı bir açıklama, birçok ince geçişleri de ortaya koyabilecektir. Bu türden geçişler yine kısa ve dogmatik olmak zorunda olsa da, yorum isteyen bir dizi soruyu ortaya çıkarır: Açıklama yasalarında bu gibi değişiklikleri doğuran nedir? Bunların önemi nedir? Eski açıklama biçimi ile yenisi arasındaki bağıntı nedir?

Bu soruların birincisiyle ilgili olarak diyeceğim ki, fizikte yeni açıklama yasaları, yeni kuramlarla doğmuştur ve, büyük bir ölçüde, onların üzerinde asalak olarak yaşarlar. Yani fizik kuramları, Newton'unkiler gibi yeni görüşün daha önce çözülemeyen sorunları çözmekteki ustalığını kabul ettikleri halde, buna karşılık yine de onun hiçbir şey açıklamadığı üzerinde duran kimselerce birçok kez reddedilmiştir. Daha sonraki kuşaklar, gücü dolayısıyla yeni kuramı kullanmak üzere yetiştirilmişler ve genellikle onu açıklayıcı da bulmuşlardır. Bilimsel bir kuramın pragmatik başarısı, onun ortaklaşa açıklayıcı biçiminin daha sonraki başarısına güvence sağlar gibidir. Ancak açıklayıcı kuvvet, uzun bir süre sonra gelebilir. Birçok çağdaşımızın kuvantum mekaniği ve görelilikle deneyi göstermektedir ki, insan, derin bir inançla yeni bir kurama inanabilir ama yine de açıklayıcı olarak onu benimseyebilmek için yeni eğilim ve alışkanlıktan da yoksun olabilir. Bu yalnız zamanla gelir, ama şimdiye değin her zaman da gelmiştir.

Yeni kuramların sırtından geçinme (asalaklık), yeni açıklama biçimlerini önemsizleştirmez. Fizikçinin doğayı anlama ve açıklama çabası, çalışmasının temel bir koşuludur. Kabul edilen açıklama yasaları hangi sorunun henüz çözülmesi gerektiğini, hangi görüngülerin açıklanmamış olduğunu kendisine söyleyen şeylerin bir bölüğüdür. Dahası, bir bilim adamı, hangi sorun üzerinde çalışırsa çalışsın, yürürlükteki açıklama yasaları onun başarabileceği çözüm türlerini koşullandırmakta çok işe yarar. Herhangi bir dönemin bilimi, bu bilimde çalışanların kabul ettiği açıklama yasaları kavranılmadan anlaşılamaz.

Son olarak, fizikte neden kavramlarının gelişmesindeki dört evreyi ana çizgileriyle gösterdikten sonra, bunların kurduğu ardışıklıkta her şeyi kapsamına alan bir örüntü görülebilir mi acaba diye soruyorum. Çağdaş fiziğin açıklayıcı yasalarının, örneğin, onsekizinci yüzyılınkilerden daha ileri olduğu ve onsekizinci yüzyılınkilerin de Antikite ve Orta Çağ'dakileri aşmış olduğu makul olarak söylenebilir mi? Bir anlamda, olumludur yanıt açıkça. Bu dönemlerin her birinin fizik kuramı kendisinden önce geleninkinden geniş ölçüde daha güçlü ve kesindi. Açıklama yasaları fizik kuramının kendisiyle büsbütün birleşmiş olduğu için, zorunlu olarak ilerlemeye katılmış olmalıydılar. Bilimin ilerlemesi, hiç görülmedik daha ince görüngülerin açıklanmasına yol açar. Ne var ki, açıklamalar değil, sadece görüngülerdir açık bir anlamda daha incelmiş olanlar. İçinde işlerlik gösterdiği kuramdan bir kez ayrıldıktan sonra, ağırlık, merkeze yönelik doğuştan gelen bir eğilimden farklıdır büsbütün; alan kavramı da kuvvet kavramından farklıdır kesinlikle. Kendilerini çağrıştıran kuramların açıklayabilecekleri şeye yollama yapmaksızın, açıklayıcı aygıtlar olarak kendi başlarına ele alındıklarında, fiziksel açıklama için kabul edilebilen çıkış noktaları, içkin olarak, bir sonraki çağda bir önceki çağdakinden daha ileri görünmezler. Giderek bir anlamda, açıklayıcı kiplerdeki devrimler, geriye dönük de olabilirler. İnandırıcı olmaktan uzaksa da bu kanıt, bir bilim ilerledikçe, açıklamalarda her zaman artan sayıda kesinkes farklı biçimlerin kullanıldığını da belirtmekten geri kalmaz. Açıklama bakımından bilimin sadeliği, tarihsel zamanla birlikte azalmış olabilir. Ama bu savın incelenmesi,

başka bir denemeyi gerektirecektir; yalnız onu ele alma olanağı bile, burada, yeterli görülebilecek bir vargı demektir. Kendi başlarına incelendiklerinde, açıklama ve neden fikirleri, türemiş oldukları bilimce bunca açıklıkla sergilenmiş olan anlığın o ilerleyişi üstüne hiçbir açık kanıt sağlamazlar.

3

Fizik Biliminin Gelişiminde Deneysel Geleneğe Karşı: Matematiksel

The Journal of Interdisciplinary History 7 (1976): 1-31.

Bilimde ilerleme tarihini inceleyen herkes bir soruyla sık sık karşılaşır ki, bunu bir anlatımı da şöyle olabilir: "Bilimler bir tek midir, yoksa birçok mu?" Genelde bu soru, anlatı düzenlenişinin somut sorunlarıyla ortaya çıkar ve, bilim tarihçisinden, konferanslarda ya da büyük boyutta bir kitapta konusunu işlemesi istendiğinde bu sorunlar da özellikle ciddi bir nitelik kazanır. Sözgelimi, tarihçi bilimlerle tek tek mi uğraşacaktır, matematikle başlayıp oradan astronomiye geçip, arkasından da fiziğe, kimyaya, anatomiye, fizyolojiye, bitkibilime vb.'ne mi girecektir? Ya da konusunun tek tek alanlarının bileşik bir açıklamasını reddederek, tersine onun *tout court* (kısaca – ç.n.) doğa bilgisi olduğunu kabul mü edecektir? Bu gibi bir durumda, o, elden geldiğince bütün bilimsel konuları bütünlüğü içinde ele almak, zamanın her döneminde insanların doğa üstüne bildiklerini incelemek ve yöntemlerdeki, felsefi iklimdeki ve, genel olarak, toplumdaki değişikliklerin, bir tek olarak düşünülen bilimsel bilgi bütünlüğünü etkileme yolunu bulmak zorundadır.

Daha ince ayrıntılı bir betimlemeye göre, her iki yaklaşım da çok eski geleneksel ve genellikle iletişimi olmayan tarih-yazımı tarzları[1] gibi karşılanabilir. Bilimi, en çok, ayrı ayrı bilim-

[1] Bu iki yaklaşımın âdeta daha geniş bir tartışması için bak. Kuhn, "History of Science", *International Encyclopedia of the Social Sciences*, C. 14 (New York, 1968), ss. 74-84 (ss. altta 105-26). Bunlar arasında ayrım yapmanın, bilim

lerin gevşek-bağlantılı bir yığını gibi gören birincisi, ayrıca, ele alınmış olan özel uzmanlığın geçmişteki değişkenlerinin, hem deneysel ve hem de kuramsal teknik içeriğinin yakından incelenmesine uygulayıcılarının öncelik vermesiyle belirginleşir. Büyük bir erdemdir bu; çünkü, bilimler teknik niteliktedir ve bunların içeriklerini savsaklayan bir tarih, bile bile bu erdemi saptırarak, başka bir girişimle uğraşır çoğun baştan aşağı. Öte yandan, bir teknik uzmanlık tarihi yazmayı amaçlayan tarihçiler, konularının sınırlarının, her çalışma alanında yeni çıkan ders kitaplarında gösterilmiş olanlardan ibaret olduğuna inanırlar genellikle. Konuları elektrikse sözgelişi, elektriksel etki üstüne onların verdiği tanım da, modern fiziğin sağlamış olduğu tanıma çok yakından benzer olur. Bu tanım bir kez elde edildikten sonra, daha uygun göndermeler için, eski, Orta Çağa ait ve çağcıl ilk kaynaklara başvurabilirler artık ve böylece kimi zaman, yavaş yavaş biriken doğa bilgisi üstüne hayranlık uyandırıcı kayıtlar ortaya çıkar. Ama bu kayıtlar, genelde felsefe, edebiyat, tarih, kutsal kitap ya da söylenbilim yapıtları diye betimlenen, değişik kitaplardan ve el-yazmalarından çıkarılır. Ama bu tür anlatılar, "elektrikle ilgili" olarak biriktirdikleri birçok olgu –örneğin, şimşek, amber etkisi, torpedo balığı (elektrikli yılan balığı)– betimlemelerinin alındıkları dönem boyunca, genel olarak birbiriyle bağlıymış gibi ele alınmadıkları gerçeğini açıkça gölge-

---

tarihine içselci ve dışsalcı yaklaşımlar arasındaki şimdi çok daha iyi bilinen ayrımı hem nasıl derinleştirdiğine ve hem de kararlaştırıldığına dikkat ed. Bugün içselci olarak görülen yazarların hemen hemen hepsi bir tek bilimin ya da birbirine sıkıca bağlanmış bir bilimsel fikirler setinin evrimine yönelmişlerdir; dışsalcılar da hemen hemen hiç şaşmaz bir biçimde bilimleri bir tekmiş gibi gören bir grup içinde birleşmektedirler. Ama, 'içselci' ve 'dışsalcı' etiketleri artık hiç uygun düşmüyor. Daha önce tek tek bilimlerin üzerinde dikkatlerini toplamış kimseler, sözgelişi, Alexandre Koyré, bilimsel ilerlemede bilimdışı fikirlere önemli bir rol yüklemek konusunda duraksama göstermemişlerdir. Onların ilk ağızda direndikleri şey, B. Hessen, G. N. Clark ve R. K. Merton gibi yazarlarca işlenmiş olduğu gibi, sosyo-ekonomik ve kuramsal etkenlere dikkattir. Ama bu düşünsel-olmayan etkenler, bilimleri bir tekmiş gibi görenlerce her zaman iyi değerlendirilmemiştir. Dolayısıyla "içselci ve dışsalcı tartışması", adının aşıladıklarından farklı sorunlar üstüne olur sık sık ve bundan doğan karışıklık da kimi zaman zararlı olur.

ler bu yüzden. O zaman, "elektrikli" diye adlandırılan görüngülerin, onyedinci yüzyıldan önce bir inceleme konusu oluşturmadıklarını bilmeksizin ve bu çalışma alanına varlık kazandıran şeylerle ilgili dağınık dokundurmaları bile anlamaksızın, bunlar dikkatle okunabilir. Bir tarihçi, kendisini ilgilendiren dönemlerde varolmuş girişimlerle uğraşmak zorunda ise, o zaman bilimlerin tek tek gelişmesinin geleneksel açıklamaları çoğun kökten tarihdışı bir niteliktedir.

Bilimi bir tek girişim gibi işleyen başka bir tarih yazımı geleneğine böyle bir eleştiri yöneltilemez. Seçilen bir yüzyıl ya da ulusla sınırlandırılmış olsa bile dikkat, varsayımsal girişimin konusu sırf tarihsel çözümleme ile aydınlatılamayacak denli geniş, teknik ayrıntılarla bağımlı ve, toplu olarak, dağınıktır. Newton'un *Principia*'sı ya da Darwin'in *Origin*'i gibi klâsiklere törensel bir saygı gösterilmesine karşın, bilimi bir tekmiş gibi gören tarihçiler, bu yüzden, onun evrimlenen içeriğine pek dikkat etmemişlerdir; içinde gelişmiş olduğu düşünsel, ideolojik ve kuramsal değişken matris üzerinde dikkatlerini toplamışlardır. Modern ders kitaplarının teknik içeriği, kendi konularıyla ilgili değildir bu yüzden ve ortaya koydukları yapıtlar da, özellikle son yıllarda, tümüyle tarihsel ve kimi zaman da yeğin bir biçimde aydınlatıcı olmuştur. Bilimsel kurumların, dergilerin, yöntemlerin ve de dünya görüşlerinin gelişimi, açıkça, kendi başına, tarihsel araştırmaya değer bir konudur. Bununla birlikte deney göstermektedir ki, o, uygulayıcılarının olağan bir biçimde varsaydıkları gibi, hiç de, bilimsel gelişme üstüne inceleme ile bu denli yakın, ortaklaşa bir yer tutmamaktadır. Bir yanda bilim-ötesi çevre, öte yanda, özel bilimsel kurumların ve deneyimlerin gelişimi arasındaki bağıntı dolaylı, karanlık ve tartışmalı olmuştur.

Bu bağıntının kavranılmasına, bilimi bir tekmiş gibi gören gelenek, ilkece hiçbir katkıda bulunamaz; çünkü, bu türden bir kavrayışın gelişmesinin zorunlu olarak bağlı bulunduğu görüngülere yaklaşımı, o *önvarsayımlar* engeller. Bir dönemde özel bir alanın gelişmesini kolaylaştırmış olan toplumsal ve felsefi bağlanmalar, başka bir dönemde, kimi zaman ayak bağı olabilir; çalışma dönemi açıkça belirtildiğinde, o zaman bir bilimde ilerlemeye destek olan koşullar başkalarına çoğun düşmanca

gelmektedirler.[2] Bu koşullar altında, güncel bilimsel gelişimi aydınlatmak isteyen tarihçiler, iki geleneksel seçenek arasında güç bir orta yer tutma gereksinimi duyarlar. Diyeceğim, bilimin bir tek olduğunu varsayamazlar; çünkü çok açık ki öyle değildir. Ama, çağdaş bilimsel metinlerde ve çağdaş üniversite bölümlerinin kurulmasında görülen, konunun alt-bölümlere ayrılmasına da yine kesin gözüyle bakmazlar.

Ders kitapları ve kurumsal örgütlenme, tarihçinin araştırması gereken doğal bölünmelerin yararlı göstergeleridirler; ama bunlar, onun incelediği döneminkiler olmalıdır. Öteki gereçlerle birlikte, böylece onlar da belli bir zamanda, çeşitli bilimsel uygulama alanları için, en azından bir ilk görev çizelgesi sağlayabilirler. Böyle bir çizelgeyi bir araya getirmek de yine tarihçi görevinin sadece bir başlangıcıdır; çünkü o ayrıca çizelgenin adlandırdığı etkinlik alanları arasındaki bağıntılarla ilgili olarak da bir şeyler öğrenmek zorundadır; dolayısıyla, sözgelişi, bunlar arasındaki etkileşimin ne ölçüde olduğu ve uygulayıcılarının birinden ötekine nasıl bir kolaylıkla geçebildiği üstüne soruşturma açacaktır. Bu tür araştırmalar, seçilen bir dönemde bilimsel gelişimin karmaşık yapısı üstüne yavaş yavaş bir harita oluşturabilir ve böyle bir harita, bilimlerin gelişimi üzerinde düşünsel ya da toplumsal, bilim ötesi etkenlerin karmaşık etkilerinin incelenmesi için de önkoşuldur. Ama yapı ile ilgili bir harita da tek başına yeterli olamaz. İncelenecek etkiler bir alandan öbürüne değiştiği ölçüde, onları anlamak amacını güden tarihçi, kendisini ilgilendiren alanda ya da alanlarda kimi zaman anlaşılması güç teknik etkinliklerin en azından temsili kesimlerini de incelemek zorunda olur ayrıca. Bilimin toplumbiliminde olsun, tarihinde olsun, ilgili bilimlerin içeriğine dikkat etmeksizin yararlı bir biçimde incelenebilen konuların listesi son derece kısadır.

Tam bu istenilen türden tarihsel araştırma daha yeni başlamıştır. Bunun sürdürülmesinin verimli olacağı üstüne benim kanım, benim ya da başka birinin yeni yapıtından değil; az

---

[2] Bu sorun üstüne, aşağıdaki gerece ek olarak, bak, Kuhn, "Scientific Growth: Reflections on Ben-David's 'Scientific Role'", *Minerva* 10 (1972).

önce betimlenmiş olan,[3] aralarında bir iletişim olmayan iki geleneğin, görünüşte birbiriyle bağdaşmayan ürünlerini birleştirme yolunda, bir öğretmen olarak yinelenen girişimlerden türemektedir. Bu bireşimin bütün sonuçları kaçınılmaz bir biçimde, kesinlikten uzak ve parçasaldır; varolan bilim dünyasının sınırlarını her zaman zorlar ve kimi zaman da aşar. Ne ki, bu sonuçların bir takımının şematik sunumu, hem bilimler arasında değişken doğal bölümlerden söz ederken benim aklımdan geçirdiğim örneklemeye ve hem de ayrıca, bunlara daha yakından bir dikkatle, gerçekleşebilecek kazançları belirtmeye yardım edebilir. Aşağıda incelenecek konumun daha geliştirilmiş bir değişkesinin getirdiği bir sonuç da, modern bilimin kökenleri üstüne çoktandır uzayıp giden tartışmanın köklü bir biçimde yeniden-formülasyonu olmuştu. Başka bir sonucu da, ondokuzuncu yüzyıl boyunca modern fizik disiplininin doğmasına yol açan önemli bir yeniliğin ortaya çıkarılması olabilecektir.

---

[3] Bu bireşim problemleri, benim meslek yaşantımın ta başlarına kadar gerilere gider; o zamanlar, başlangıçta tamamen ayrıymış gibi görünen iki biçime bürünüyorlardı. Yukarda birinci notta kabaca belirtilen birinci, sosyo-ekonomik çalışma alanını bilimsel fikirlerin gelişimi üstüne anlatılarla ilgili duruma nasıl getirmelidir, idi. İkincisi, Herbert Butterfield'in etkili ve hayranlık uyandırıcı *Origins of Modern Science*'ının (London, 1949) yayınlanmasıyla kendini göstermiştir ve onyedinci yüzyılın Bilimsel Devrim'inde deneysel yöntemin rolü ile ilgilidir. Butterfield'in kitabının ilk dört bölümü modern bilimin ilk yıllarının başlıca kavramsal dönüşümlerini; ilk örnekteki yeni gözlemler ya da ek kanıtlama ile değil; tersine, bilim adamlarının kendi kafalarında meydana gelen bağlam aktarımlarıyla (transpositions) ... farklı türden bir düşünme yolunu benimseyerek (s.1) meydana getirilmiştir diye akla yakın bir biçimde açıklıyordu. Bundan sonraki iki bölüm, diyeceğim, "Onyedinci Yüzyılda Deneysel Yöntem" ve "Bacon ile Descartes" konuları üstüne daha geleneksel açıklamalar getiriyordu. Bilimsel gelişimle açıkça ilgili görünmekle birlikte, onları işleyen bölümler kitabın başka yerinde gerçekten çalışmaya karıştırılmış pek az gereç içeriyordu. Geçten geçe anlayabildiğim kadarıyla, bunun sebeplerinden biri şuydu: "Kimyada Ertelenen Bilimsel Devrim" bölümünde özellikle, Butterfield'in, onsekizinci yüzyılda bilimdeki kavramsal dönüşümleri, onyedinci yüzyılda çok parlak biçimde başarılı olmuş (yeni gözlemleri değil, tersine yeni bir düşünme biçimini) aynı modele benzetmeye kalkışmasıdır.

Klâsik Fizik Bilimleri

Benim asıl izleğim, bir soruyla ortaya konabilir. Günümüzde fizik içine alınmış olan birçok konu arasında hangileri Antikite'de daha baştan uzmanların sürekli etkinliklerinin odakları olmuştur? Buradan çıkarılacak liste çok kısadır. Astronomi, en eski ve en gelişmiş bir bileşenidir; Helenistik dönemde, bu alandaki araştırma, daha önce hiç görülmedik bir düzeyde ilerleme gösterdiği için, hidrostatiği de kapsayan, fazladan bir çiftle, diyeceğim geometrik optik ve statikle birleşmişti. Bu üç konu –astronomi, statik ve optik– bütün Antikite'de, işin yabancısı olanların anlayamayacağı sözlükler ve tekniklerle ve böylece yalnız bilimin uygulayıcılarına dönük literatür kurullarınca belirginlik kazanan araştırma geleneklerinin hedefleri olmuş fizik bilimi bölümleridir sadece. Günümüzde bile Archimedes'in *Yüzen Cisimleri* ve Ptoleme'nin *Almagest*'i sadece gelişmiş teknik uzmanlığı olan kimselerce okunabilir. Isı ve elektrik gibi fizik bilimleri arasına sonradan sokulmuş olan öbür konular, bütün Antikite boyunca yalnız ilginç görüngü sınıfları, değinilip geçilecek ya da felsefi kurgulama ve tartışma konuları olarak kalıyordu. (Elektriğin etkileri, özellikle, böyle birçok sınıflar arasında parçalara ayrılmıştı). Sırf işin daha başındakilerle sınırlanıp kalmak, elbette bilimsel ilerleme sağlayamaz, ama, az önce değinmiş olduğumuz üç alan da ortaya çıkarılmalarına neden olan ezoterik bilgi ve tekniğin gerektirdiği yollarda ilerlemiştir. Dahası, somut ve açıkça süregen problem çözümleri birikimi, bilimsel ilerlemenin bir ölçüsü ise eğer; bu alanlar, Antikite sırasında, içinde kesin ilerlemenin yapılmış olduğu fizik bilimleri olacak şeyin bölümleridir sadece.

Ne var ki, o sıralarda bu üç bilim kendi başına uygulanamıyordu; tersine, artık genelde fizik bilimler gözüyle bakılamayan, iki bilimle –matematik ve harmonik bilimi ile–[4] içten içe bir-

[4] Henri Guerlac, müzik kuramını klâsik bilimler kümesi içine alma gereği üzerine dikkatimi çekmiştir ilkin. Artık bilim olarak düşünülmeyen bir alanı başlangıçta atlayıp geçmiş olmam benim ilk sayfalarımda sunulmuş olan yöntembilimsel kuralın kuvvetini nasıl kolayca gözden kaçırdığımı göstermektedir. Ama, harmoni bilimi bizim bugün müzik kuramı dediğimiz alan değildir tam anla-

leşmişlerdi. Bu çiftten biri olan matematik, astronomiden de daha yaşlı ve daha gelişmişti: İ.Ö. beşinci yüzyıldan başlayarak geometrinin egemenliği altında bulunurken, gerçek fizik nicelikler, özellikle uzaysal nicelikler bilimi diye düşünülmüştü ve onun çevresinde kümelenmiş öbür dördünün karakterini belirlemekte çok katkısı olmuştu. Astronomi ile harmonik bilimi, konumlar ve oranlarla uğraşıyorlardı ve dolayısıyla kesinlikle matematikseldiler. Statik ile geometrik optik, kavramlarını, şekillerini, tekniklerini ve teknik sözlüklerini geometriden alıyorlardı ve ayrıca her ikisi sunumunda ve araştırmasında ortaklaşa genel bir mantıki tümdengelimsel yapıyı onunla paylaşıyorlardı. Bu koşullar altında, bu konulardan birine katkıda bulunmuş olan Euclides, Archimedes ve Ptoleme gibi kimselerin, öbürlerine de hemen her zaman önemli katkılarda bulunmuş olması hiç de şaşırtıcı bir şey değildi. Anatomi ve fizyoloji gibi yüksek derecede evrimleşmiş öbür uzmanlıklardan ayrı tutulmaları, gelişim düzeyinden daha çok, bu beşi bir küme haline getirmişti. Tek bir grupça uygulanan ve paylaşılan matematiksel ortaklaşa bir geleneğe katılan astronomi, harmonik, matematik, optik ve statik bundan böyle, artık klâsik fizik bilimleri ya da daha sade olarak klâsik bilimler[5] diye bir araya getirilmişlerdi. Gerçekten, onları

---

mıyla. Tersine, değişik Yunan iskalalarının ya da kiplerinin birçok aralığında sayısal orantılar yükleyen, matematiksel bir bilimdi. Bunlardan da yalnızca yedi tane olduğu, her bir üç türde (genera) ve on beş *tomoi'* da ya da anahtarda bulunduğu için, disiplin karmaşıktı, kimi aralıkların açıklanması dört ya da beş *digit* sayı gerektiriyordu. Titreşen tellerin uzunluklarının oranları gibi, yalnız en yalın (basit) aralıklara ampirik bir yolla yaklaşılabildiği için, harmoni bilimi hayli yüksek düzeyde soyut bir konuydu ayrıca. Müzikal uygulamayla bağıntısı en çok dolaylıydı, bu da karanlık kalıyordu. Tarihsel açıdan harmoni bilimi İ.Ö. beşinci yüzyıldan başlar ve Platon ve Aristoteles zamanında bir hayli gelişmiş duruma erişir. Euklides onun üstüne kitaplar yazmış olan kişiler arasında yer alır ve onun çalışmasının yerini de Ptoleme'nin çalışması almıştır, bu da öbür alanlarda da olağan bir olaydır. Bu betimleyici saptamalar ve 8. ve aşağıdaki notlardakileri, Noel Swerdlow ile yaptığım birçok aydınlatıcı konuşmaya geniş ölçüde borçluyum. Bunlar olmadan önce, Guerlac'ın tavsiyesini izlemekte güçsüz kalıyordum.

[5] "Klâsik bilimler" kısaltması bir karışıklık kaynağı olabilir, çünkü anatomi ile fizyoloji de klâsik Antikite döneminde çok yüksek derecede gelişmiş bilim-

ayrı ayrı konular diye sıralamak bile belli bir ölçüde zaman aşımına uğramıştı. Aşağıda karşılaşılacak kanıt, kimi önemli bakış açılarından, bunların tek bir çalışma alanı, diyeceğim matematik diye daha iyi betimlenebileceğini gösterecektir.

Klâsik bilimlerin birliği için başka bir ortaklaşa karakter de ayrıca önkoşuldu; o da bu bildirimizin kesinsizliğinde özellikle önemli rol oynayacaktır. Eski matematik de içinde olmak üzere bu beş alanın tümü, *a priori* olmaktan çok ampirik ise de, kaydettikleri eski önemli gelişmeler, çok az incelmiş bir gözlemi ve ondan da az bir deneyi gerekli kılıyordu. Doğada geometri bulmak üzere eğitilmiş bir kimse için, bir ölçüde oldukça yaklaşılabilir ve çoğun nitel gölge gözlemleri, aynalar, kaldıraçlar ve, yıldızlar ile gezegenlerin devinimleri, çoğun güçlü kuramların oluşturulmasında yeterli bir deneysel temel sağlamışlardı. Bu geniş genellemeye açıkça ayrıksı düşen durumlar (Antikite'de dizgeli astronomik gözlem, yanı sıra, o zamanda ve Orta Çağda kırılma ve prizmatik renkler üstüne deneyler ve gözlemler gibi), gelecek bölümde incelendiğinde dayandığı temel düşünceyi çok güçlendirecektir kesinlikle. Klâsik bilimler (önemli birçok bakımdan matematik de içlerinde olarak), deneysel olsalar da, gelişmelerinin gerektirdiği veriler öyle bir türdendi ki, kimi zaman hafiften incelmiş ve dizgeleştirilmiş günlük gözlem bile sağlayabiliyordu onları.[6] İkinci bir doğal kümenin evrimini,

---

lerdi ve burada klâsik fizik bilimlerine yüklenilen gelişme karakteristiklerinden, elbette hepsini olmasa da, birkaçını paylaşırlar. Ne var ki, bu biyolojik bilimler, çoğu tıp ve tıbbi kurumlarla birlikte çalışan kimselerin oluşturduğu ayrı bir kümenin uygulamakta olduğu, ikinci bir klâsik kümenin adlarıdırlar. Bu ve daha başka ayrımlar yüzünden, iki küme birlikte işlenemez ve ben burada, kısmen yeterlilik gerekçesiyle ve kısmen de aşırı karmaşıklıktan uzak kalmak düşüncesiyle, fizik bilimler üzerinde duracağım yalnız. Ama yine aşağıdaki 6. ve 9. notlara bak.

[6] Geliştirilmiş ya da inceltilmiş veriler, sadece koleksiyonları algılanmış bir toplumsal işlevi yerine getirdiklerinde uygun olurlar genellikle. Bu türden verileri gerektiren anatomi ile fizyolojinin Antikite'de yüksek derecede gelişmiş olması, tıpla açıkça ilgili bulunmalarının bir sonucudur. Bu ilginin bile çoğun haraketle tartışılması (Ampiristlerce!); onaltıncı yüzyılın yaşam biçimleri için temel olan daha genel taksonomik, karşılaştırmalı ve gelişimsel uğraşlara uygulanabilir eski verilerin, Aristoteles ve Theophrastus'takiler dışında, bağıl kıtlığını açıklamaya yardımcı olacaktır. Klâsik fizik bilimlerinden yalnızca astronomi,

diyeceğim, kitabımın başlığının, deneysel bir geleneğin ürünleri olarak yollama yaptığı bir kümenin evrimini büyük ölçüde destekleyen koşullar altında, bu alanlar kümesinin nasıl böylesine hızla ilerleyebildiğini açıklayan nedenler arasındadır bu.

Bu ikinci kümenin incelenmesine geçmeden önce, birincinin Antikite'deki kaynağından sonra nasıl geliştiğini kısaca görelim. Beş klâsik bilimin hepsi de, İslâm dünyasında dokuzuncu yüzyıldan başlayarak, çoğun Antikite'ninkine benzetilebilecek teknik bir ustalık düzeyinde, yakından izlenmiştir. Optik epeyce ilerlemişti ve matematiğin odağı, egemenliğini sürdüren geometrik Helen geleneğinde genellikle değerlendirilmemiş olan cebirsel tekniklerin ve işlemlerin işe karıştırılmasıyla, kimi yerlerde yerini değiştirmişti. Batı Latin dünyasında onüçüncü yüzyıldan başlayarak, genel olarak matematiksel olan bu alanların daha ileri bir teknik gelişimi, başat olarak felsefi-tanrıbilimsel bir geleneğe bağlı bulunuyordu; çünkü, önemli yenilik, en başta optik bilimi ve statik ile sınırlanmıştı. Eski ve İslâmik matematik ile astronomi bütünlüğünün önemli bölümleri; Yeniden-Doğuş sırasında sürüp giden bilgili Avrupa araştırmasının konuları oluncaya dek, yeniden saklı tutuluyorlar ve ama arada bir de kendi adlarına inceleniyorlardı yine.[7] O sıralar yeniden kurulmuş olan matematik bilimleri kümesi, Helen atasına çok yakından benziyordu. Ama, bu alanlar onaltıncı yüzyılda incelenmiş olduğundan, altıncı bir konu üzerindeki araştırma giderek daha çok onlarla birlikte ilerliyordu. Kısmen ondördüncü yüzyıl iskolastik çözümlemesinin bir sonucu olarak, yerel devinim konusu, genel nitel değişiklikle ilgili geleneksel felsefi problemlerden

---

açıkça sosyal kullanımı olan veriler gerektiriyordu (takvimler ve İ.Ö. ikinci yüzyılda yıldızlara bakma bilimi). Öbürleri incelmiş verilerin uygunluğuna bağlanmış idiyseler eğer, ısı gibi konuların incelenmesinden öteye herhalde ilerleyemeyeceklerdi.

[7] Bu paragraf John Murdoch ile yapılan tartışmalardan çok şey kazanmıştır; o, klâsik bilimler Lâtin Orta Çağları'ndaki araştırma geleneklerini sürdürüyormuş gibi düşünüldüğünde karşılaşılmış olan tarih-yazımı problemleri üzerinde duruyordu. Bu konuda onun "Philosophy and Enterprise of Science in Later Middle Ages"ine bak: Y. Elkana ed., *The Interaction between Science and Philosophy* (New York, 1974), ss. 51-74.

ayrılmış, kendi başına bir inceleme konusu olmuştu. Eski Orta Çağ felsefi geleneğinde daha önceden yüksek derecede gelişmiş olduğundan, devinim problemi, genel olarak matematik çerçevesinde formüle edilen her günkü gözlem ürünüydü. Dolayısıyla, gelişimin sıkıca birleştiği matematiksel bilimler kümesine doğal bir biçimde uygun düşüyordu.

Böylece gelişip büyüyen klâsik bilimler, Yeniden-Doğuştan başlayarak daha ileriye, sıkıca örülmüş bir örgü oluşturmayı sürdürüp götürüyordu. Copernicus, astronomik klâsiğini, değerlendirmeye yetkili dinleyicilerine şu sözlerle açıklıyordu: "Matematik, matematikçiler için yazılmıştır." Galileo, Kepler, Descartes ve Newton matematikten astronomiye, harmoniye, statiğe ve devinim incelenmesine kolayca ve çoğun verimli bir biçimde geçen birçok onyedinci yüzyıl simalarından yalnızca birkaçıdır. Harmoni biliminin kısmi ayrıksılığıyla birlikte, bu görece matematiksel alanların arasındaki sıkı bağlar, küçük değişikliklerle, ondokuzuncu yüzyıl başına değin; klâsik bilimlerin sürekli yoğun araştırmaya bağlı fizik biliminin biricik parçaları olmaktan çıkmasından sonraya değin sürdü. Bir Euler'in, Laplace'ın ya da Gauss'un pek çok katkıda bulunduğu bilimsel konular, Newton ile Kepler'in daha önce aydınlatmış olduklarıyla hemen hemen özdeşti. Aynı liste, hemen nerdeyse Euclides'in, Archimedes'in ve Ptoleme'nin çalışmasını da kapsamına alacaktır. Bundan başka, onyedinci ve onsekizinci yüzyıllarda bu klâsik bilimlerde çalışan kimseler, eski öncülleri gibi, kayda değer birkaç ayrıksı durumla birlikte, yaklaşık 1650'den sonra, bu gibi yöntemler klâsik kümenin bölümleriyle, daha sonra kuvvetle birleşen başka bir konu dizisini incelemek için ilk kez yoğun bir biçimde kullanılmış olsalar da, deneyim ve incelmiş gözlemle ilgili çok az sonuç alabilmişlerdir.

Klâsik bilimler üstüne son bir uyarı, yeni deneysel yöntemleri desteklemeyen hareketin ele alınmasına yol açacaktır. Onaltıncı ve onyedinci yüzyılda nerdeyse sadece Harmonik[8] bi-

[8] Harmoni bilimi dönüşüme uğramamakla birlikte, geç onbeşinci yüzyıldan erken onsekizinci yüzyıla değin büyük ölçüde statüsü gerilemişti. Giderek daha çok, kitapların her şeyden önce daha pratik konulara yönelik ilk bölümlerine

limi köklü olarak yeniden-kurulmuştu ve fizik biliminde bu gibi dönüşümler başka hiçbir yerde olmamıştı.[9] Matematik, geometri ile "kosinüs sanatından", cebire, analitik geometriye ve hesaplamaya geçiş yapmıştı; astronomi, yeniden merkezi güneşe dayalı, dairesel olmayan dolancalar edinmişti; devinim incelemesi yeni, tümüyle nicel yasalarla dönüşüme uğramıştı; optik de yeni bir görme kuramı, diyeceğim klâsik kırılma problemi için kabul edilebilir ilk çözümü ve köklü bir biçimde değişmiş bir renk kuramını kazanmıştı. Makinalar kuramı gibi düşünülen statik bilimi, açık bir ayrıksı durumdu. Ancak, akışkanlar kuramı, hidrostatik olarak, o da onyedinci yüzyılda pnömatiğe, "hava denizi"ne yayılıp uzanmıştı ve bu yüzden yeniden kurulan

---

indirgeniyordu: Kompozisyon, akort (temperament) ve araç yapımı gibi. Bu konular, büsbütün kuramsal kitaplar için bile giderek daha çok temel olduklarından, müzik de klâsik bilimlerden hızla ayrılıyordu. Ama ayrılık geç kaldı ve hiçbir zaman tam olmadı. Kepler, Mersenne ve Descartes, hepsi harmoni bilimi üstüne yazdı; Galileo, Huyghens ve Newton ona karşı ilgi gösterdi; Euler'in *Tentamen novae theoriae musicae*'si ise çok eski bir gelenek içindedir. 1739'daki yayınlanmasından sonra, harmoni bilimi büyük bilim adamlarının araştırmasında kendi başına bir yer tutamaz oldu, ama başlangıçta kendisine bağlı olan bir alan onun yerini aldı: Hem kuramsal ve hem de deneysel olarak, titreşen tellerin, salınan hava kolonlarının ve genelde akustik biliminin incelenmesi. Joseph Sauveur'ün (1653-1716) meslek yaşamı, müzik olarak harmoni biliminden akustik olarak harmoni bilimine geçişi çok açık bir biçimde gösterir.

[9] Klâsik yaşam bilimlerinde, anatomi ile fizyolojide meydana çıktılar elbette. Ayrıca, bunlar, Bilimsel Devrim sırasında dönüşüme uğrayan biyomedikal bilimlerin yegâne bölümleriydi. Ama yaşam bilimleri her zaman inceltilmiş gözleme ve zaman zaman da deneye ayrıca bağlı kalmışlardır; yetkelerini, fizik bilimleri için önemli olanlardan kimi zaman ayrı olan eski kaynaklardan (sözgelimi, Galen) almışlardı; dolayısıyla gelişmeleri de tıp mesleği ve buna karşılık olan kurumların gelişimiyle içten içe karışmıştı. Bunun sonucu olarak, onaltıncı ve onyedinci yüzyıllarda yaşam bilimlerinin hem kavramsal dönüşümünü ve hem de yenilerde genişleyip büyüyen alanını açıklarken tartışılması gereken etkenler, fizik bilimindeki karşılık değişikliklerle çok ilgili olanlarla elbette her zaman aynı değildir. Bununla birlikte meslektaşım Gerald Geison'la yinelediğimiz konuşmalar, onların da burada geliştirilmiş olan gibi bir bakış açısından verimli bir biçimde incelenebileceği üstüne eskiden beri taşıdığım izlenimi güçlendirmektedir. Bu amaçla deneysel ve matematiksel gelenekler arasındaki ayrımın pek az yararı olacaktır, ama tıbbi ve tıbbi olmayan yaşam bilimleri arasında bir bölünüp ayrılma bağlayıcı olacaktır herhalde.

alanlar listesine alınabilirdi. Klâsik bilimlerde meydana gelen bu kavramsal dönüşümler, Batı düşüncesinde çok daha genel bir devrime fizik bilimlerinin katılmasına da yol açıyorlardı. Dolayısıyla, Bilimsel Devrim bir *fikirler* devrimi gibi düşünüldüğünde, bu geleneksel, nerdeyse matematiksel alanlardaki değişiklikleri insan anlamaya çalışmak zorundadır demektir. On-altıncı ve onyedinci yüzyılda bilimlerin başına daha yaşamsal önemde bir şeyler gelmekle birlikte (Bilimsel Devrim sadece düşüncede bir devrim değildir), bunların farklı ve bir ölçüde bağımsız oldukları anlaşılmıştır.

Bacon'cı Bilimlerin Günyüzüne Çıkışı

Şimdi de başka bir araştırma alanı kümesinin günyüzüne çıkışına dönerken, yine bir soru ile işe başlıyorum; bu kez, standart tarih literatüründe üzerinde çok karışıklık ve anlaşmazlık olan bir soru olacak. Onyedinci yüzyılın deneysel hareketinde yeni olan nedir, eğer böyle bir şey varsa? Kimi tarihçiler bilimi duyular yoluyla edinilen bilgiye dayandırma düşüncesinin yeni olduğunu ileri sürmektedir. Bu görüşe göre, Aristoteles bilimsel sonuçların aksiyomatik ilk ilkelerden çıkarsandığına inanıyordu; Yeniden-Doğuş'un sonuna değin, insanlar, kitapların yerine doğayı inceleyebilmek için, onun yetkesinden kurtulamamışlardı. Ama, onyedinci yüzyıl retoriğinin bu alıntıları da saçmadır. Aristoteles'in yöntembilimsel yazıları, Francis Bacon'ın yazıları kadar, yakın gözlem gereği üzerinde duran parçalar içermektedir. Randall ile Crombie, onüçüncü yüzyıldan onyedinci yüzyıl başına değin, deney ve gözlemden sağlam sonuçlar çıkarmak için kurallar getirmiş olan, önemli bir Orta Çağ yöntembilim geleneğini ortaya çıkarıp incelemişlerdir.[10] Descartes'ın *Kurallar'* ı ve Bacon'ın *Nowum Organum'* u, bu geleneğe çok şey borçludur. Deneysel bir *felsefe*, Bilimsel Devrim zamanında yenilik değildir.

---

[10] 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* (Padua, 1961).

Daha başka tarihçiler de diyorlar ki, gözlem ve deney gereksinimi ile ilgili olarak insanlar neye inanırlarsa inansınlar, onyedinci yüzyılda, daha önce yapmış olduklarından çok daha sık yapmışlardır bunları. Bu genelleme elbette doğrudur ama, eski deney biçimleriyle yenileri arasındaki temel, nitel ayrımları gözden kaçırmaktadır. İlk yayıncısından sonra çoğun Bacon'cı diye anılan yeni deneysel harekete katılanlar, klâsik fizik bilimi geleneğinde varolan deneysel öğeleri yaygınlaştırıp geliştirmediler sadece; buna karşılık, değişik türde deneysel bir bilim de yarattılar; diyeceğim, bir süre öncülünün yerine geçmeksizin, onunla yanyana varolan bir bilim türü. Deney ve dizgeli gözlemin klâsik bilimlerde zaman zaman oynadığı rolün kısa bir belirginleştirilmesi, eski deneysel uygulama biçimini onyedinci yüzyıl rakibinden ayırt eden nitel ayrımları ortaya çıkarmaya yardımcı olacaktır.

Eski ve Orta Çağ geleneğinde birçok deneyin, incelendiğinde, "düşünce deneyi" olduğu; diyeceğim, daha önceki günlük deneye dayanılarak sonucu önceden güvenle söylenebilen deneysel gizil durumları zihinde kurma olduğu ortaya çıkmıştır. Özellikle optik biliminde, daha başkaları da gerçekleştirilmiştir ama, literatürde bulgulanan özel bir deneyin anlıksal mı yoksa gerçek mi olduğuna karar vermek, tarihçi için çoğun son derece güçtür. Bildirilen sonuçlar kimi zaman, şimdi artık olmuş olması gereken şeyler değildir; daha başka durumlarda, gerekli olan aygıtlar eldeki gereç ve tekniklerle üretilmemiştir. Gerçek tarihsel karar sorunları ortaya çıkmaktadır; bunlar da Galileo araştırmacılarının kafasını kurcalayıp durmaktadır ayrıca. Kuşkusuzdur ki o da deneyler yapmıştı, ama o, Orta Çağ düşünce-deneyi geleneğini en yüksek biçimine getirmiş olan bir insan olarak anılmaya çok daha değerdi. Ne çare ki, onun hangi kisve ile görüneceği her zaman açık seçik değildir.[11]

---

[11] Yararlı ve kolayca anlaşılır bir Orta Çağ deneyleme örneği için bak: Dante, *Paradiso*, Canto II, Ernan McMullin, ed., *Galileo, Man of Science* (New York, 1965)'de, "experiment, role of in Galileo's work" dizin girişinde yer alan pasajlar, Galileo'nun Orta Çağ geleneğiyle olan bağlantısının ne denli karmaşık ve tartışma götürür durumda olduğunu gösterir.

Son olarak, açık bir biçimde gerçekleşmiş olan bu deneyler, şaşmaz bir biçimde, iki amaçtan birini taşıyormuş gibi görünürler. Sözgelişi, kimileri, başka araçlarla önceden bilinen bir sonucu tanıtlama doğrultusundadır. Roger Bacon'ın yazdığına göre, ilkece, ateşin eti yakma gücü tümdengelim yoluyla çıkarsanabilirse de, anlığın yanılgıya eğilimi bulunması dolayısıyla, insanın elini ateşin üstüne tutması, çok daha inandırıcıdır. Kimisi, çok önemli daha başka edimsel deneyler, varolan kuramla ortaya çıkarılmış sorulara somut yanıtlar sağlamaya dönüktür. Hava ile su arasındaki sınırda, ışığın kırılması üstüne Ptoleme deneyi önemli bir örnektir buna. Daha başkaları, su doldurulmuş küreciklerden günışığı geçirmek yoluyla renklerin doğmasına yol açan Orta Çağ optik deneyleridir. Descartes ile Newton prizmada ayrışan renkleri incelediklerinde, bu eski ve özellikle de Orta Çağdan kalma geleneği sürdürüyorlardı. Astronomik gözlem buna sıkıca bağlı bir karakteristiği de ortaya koyar. Tycho Brahe'den önce astronomlar gökcisimlerini dizgeli bir biçimde araştırmamışlar ya da gezegenleri devinimleri içinde izlememişlerdi. Bunun yerine, ilk doğuşları, karşıtlıkları ve, yürürlükteki kuramca gerekli görülen, parametreleri hesaplayabilmek ve astronomik takvimler hazırlayabilmek için dönemleri ve konumları gereksinilen başka standart gezegen kümelerini kaydetmişlerdir.

Bu deneysel davranışı, Bacon'ın en etkili savunucusu olduğu bir davranışla karşılaştıralım. Uygulayıcıları, diyeceğim Gilbert, Boyle ve Hook gibi insanlar, deney yaptıklarında, daha önceden bilinen bir şeyi tanıtlamayı ya da yürürlükteki kuramın daha genişlemesi için, gerekli bir ayrıntıyı tanıtlamayı çok az amaçlamışlardı. Daha çok, önceden gözlemlenmemiş, çoğu önceden varolmayan koşullar altında, doğanın nasıl davranacağını görüp anlamak istemişlerdi. Onların tipik ürünleri; bilimsel kuramın kurulması için çoğunun önkoşul olarak düşünüldüğü karışık türden verilerin içinde yığılmış olduğu, çok geniş doğa ya da deney tarihleriydi. Yakından bakıldığında anlaşılmaktadır ki, bu tarihler, yapıcılarının düşündüğünden, deneylerin düzenlenmesi ve seçimi bakımından daha az rastlantısaldır. En geç 1650'den başlayarak bunları ortaya koyan kişiler, genellikle, atomik ya da

parçacıksal felsefenin şu ya da bu biçimini izlemişlerdi. Böylece, parçacıkların şeklini, düzenini ve devinimini olasılıkla ortaya çıkarabilmek için, deneyleri yeğlemişlerdi; özel araştırma bildirilerini yanyana getirmelerini vurgulayan benzeşimler, çoğun aynı metafizik bağlanmalar takımını ortaya koymaktadır.[12] Ne var ki, bir yanda metafizik, öte yanda özel deneyler arasındaki boşluk başlangıçta çok büyüktü. Onyedinci yüzyıl deneyciliğini vurgulayan parçacılık (corpuscularism), nadiren gelişimin gösterilmesini istiyordu ya da herhangi bir deneyin ayrıntılı sonucunu anlatıyordu. Bu koşullar altında deney yüksek derecede değerlendiriliyor ve kuram da çoğun yeriliyordu. Aralarında meydana gelen etkileşim de genellikle bilinçsiz oluyordu.

Deneyin rolüne ve statüsüne karşı konulan tavır, yeni deneysel hareketi eskisinden ayırt eden yeniliklerden yalnız biridir. İkincisi, Bacon'ın kendisinin "arslanın kuyruğunu burkmak" diye açıkladığı, deney üzerine yapılan büyük vurgudur. Bunlar, insanın zorlayıcı müdahalesi olmadıkça doğanın hiçbir zaman erişemeyeceği koşullar altında, doğayı kendini açıp sergilemeye zorlayan deneylerdi. Tohum tanesini, balığı, fareyi ve çeşitli kimyasal maddeyi bir barometrenin yapay vakumuna ya da bir hava pompasına arkaya arkaya koyan insanlar, yeni geleneğin bu yanını ortaya koymuşlardır aslında.

Barometreye ya da hava pompasına yollama, Bacon'cı hareketin üçüncü bir yeniliğini, belki de en çarpıcı yeniliğini bütün açıklığıyla ortaya çıkarır. 1590'dan önce fizik bilimlerin araç zenginliği (donanımı), astronomik gözlem araçlarından ibaretti yalnız. Daha sonraki yüzyılda teleskopun, mikroskopun, termometrenin, barometrenin, hava pompalarının, elektrik yükü dedektörlerinin ve daha başka deney aletinin hızla işe karıştırıldığı ve kullanıldığı görülmüştür. Aynı dönem, daha önceleri yalnız pratik el-zanaatçısı atölyelerinde ve simya ustalarının inziva köşelerinde bulunabilen kimya aygıtlarının doğa araştırmalarınca hızla benimsenmesi ile belirginlik kazanır. Bir yüzyıldan az bir sürede, fizik bilimi aletli bir bilim olmuştur.

---

[12] Kapsamlı bir örnek de Kuhn tarafından geliştirilmiştir, "Robert Boyle and Structural Chemistry in the Seventeenth Century", *Isis*, 43 (1952): 12-36.

Bu görülen değişiklikler daha birçoklarıyla birlikte gidiyordu, bunlardan da birine özellikle değinmek isterim. Bacon'cı deneyciler, düşünce deneylerini küçümsüyorlar ve hem doğru ve hem de dakik bildirimin üzerinde duruyorlardı. Bu üstelemenin sonuçları arasında, eski deneysel gelenekle eğlenceli karşılaştırmalar da oluyordu kimi zaman. Sözgelişi Robert Boyle, hidrostatik üstüne bir kitap yüzünden, Pascal'ı gülünç kılıklara sokmuştu; bu kitapta ilkeler hiç de can sıkıcı olmamakla birlikte, bol bol verilen deneysel örneklemeler, zihnen elverişli bir duruma sokulabilmek için uydurulmuştu. Boyle, bir insanın, ayağında hacamat kupası ile yirmi ayaklık bir su teknesinin dibinde nasıl oturacağını bize söylemiyor diye yakınıyordu. Ayrıca, öbür deneylerinin kimisinin bağlı bulunduğu[13] ince araçları kurabilecek yetenekte, insanüstü bir ustanın nerede bulunacağını da söylemiyordu. Boyle'un bağlı bulunduğu geleneğin literatürü okunduğunda, hangi deneylerin gerçekleştirilmiş olduğunu söylemekte tarihçi güçlük çekmez. Boyle'un kendisi de bazen onların soyluluk beratlarını sağlarken çoğun tanıklara başvurur.

Bacon'cı hareketin nitel yeniliği güvence altına alındıktan sonra, varlığı bilimin gelişimini nasıl etkilemişti? Klâsik bilimlerin kavramsal dönüşümlerine Bacon'cılığın katkıları çok az olmuştu. Kimi deneyler belli bir rol oynamışlardı elbet ama, bunların hepsinin derindeki kökenleri yine eski gelenekte yatmaktaydı. Newton'un o "ünlü renk görüngülerini" incelemek üzere satınalmış olduğu prizma, Orta Çağ'daki su dolu küreciklerle yapılan deneylerden kaynaklanır. Eğik düzlem, basit makinaların klâsik incelenmesinden alınmıştır. Sarkaç, kesinlikle bir yenilik ise de ilkin ve her şeyden önce, Orta Çağ'ın coşkulu kuramcılarının titreşmekte olan bir telin ya da yeryüzünün merkezinden geçerek düşen ve sonra ona doğru geri dönen bir cismin sarkaç devinimi ile bağlantılı buldukları bir problemin yeni bir fiziksel cisimlenmesi idi. Barometre, ilkin, hidrostatik bir araç olarak, diyeceğim, Galileo'nun, doğanın boşluktan kor-

[13] A. Millar, Ed., *The Works of the Honourable Robert Boyle* (London, 1744), 2: 414-47'de "Hydrostatical Paradoxes, Made out by New Experiments", burada ilk sayfada ayrıca Pascal'ın kitabının tartışması da geçmektedir.

kusunun[14] sınırlarını "tanıtladığı", düşünce deneyini gerçekleştirmeye yönelik, su sızdıracak delikleri olmayan, bir su doldurma pompası mili gibi düşünülmüş ve çözümlenmiştir. Barometre ve onun çocuğu hava pompası sadece genişletilmiş bir boşluk meydana getirildikten ve sütun yüksekliğinin hava ve yükseklik ile değişmesi tanıtlandıktan sonra Bacon'cı araç odasına girmiştir.

Yine bu konuyla ilgili olarak diyebiliriz ki, az önce değinilen deneyler önemli olmakla birlikte, bunlar gibisi çok azdır ve hepsi de özgül etkinliklerini, kendilerini ortaya çıkarmış olan, klâsik bilimlerin gelişmekte olan yasalarını karşılamakta gösterdikleri yakınlığa borçludurlar. Torricelli'nin barometre deneyinin ve Galileo'nun eğik düzlem deneyinin sonucu, önceden kestirilmişti büyük ölçüde. Eğer Newton yenilerde bulgulanmış olan kırılma yasasını, diyeceğim Ptoleme'den Kepler'e varıncaya klâsik gelenekte arınmış olan yasayı bilmiş olsaydı, Newton'un prizma deneyi, renk(ler) kuramını değiştirmekte geleneksel öncüllerinden daha etkili olamazdı. Aynı nedenle, bu deneyin sonuçları, girişim, kırınım ve polarma gibi, nitel olarak yeni optik etkileri onyedinci yüzyılda günyüzüne çıkaran, geleneksel olmayan deneylerin sonuçlanyla açıkça zıtlaşmaktadır. Sonuncular, klâsik bilim ürünleri olmadığı ve onun kuramlarıyla sıkıca yanyana getirilmediği için, ondokuzuncu yüzyıl başına gelinceye değin, optik biliminin gelişimi ile çok az ilgili olmuştu. Bir kısmı son derece gerekli olan, yerinde kısıtlamalara karşın, Alexandre Koyré ile Herbert Butterfield'in haklı olduğu görülecektir. Bilimsel Devrim sırasında klâsik bilimlerde gerçekleşen dönüşüm, daha önce görülmemiş bir dizi deneysel bulguya değil, eski görüngülere yeni bir bakış tarzına bağlanmıştır daha doğru olarak.[15]

---

[14] Sarkaca Galileo'nun yaklaşımına Orta Çağ girişi için, Marshall Clagett'in *The Science of Mechanics in the Middle Ages'* ine bak. (Madison, 1959), ss. 537-38, 570-71. Torricelli'nin barometresine yol için, C. de Waard'ın yazdığı pek az tanınmış olan monografiye bak., *L'expérience barométrique, ses artécédents et ses explications* (Thouars [Deux-Sèvres], 1936).

[15] Alexandre Koyré, *Etudes galiléennes* (Paris, 1939; Butterfield, *Origins of Modern Science.*

Bu koşullar altında, Koyré de içlerinde olmak üzere, birçok tarihçi, Bacon'cı hareketi bir sahtekârlık, bilimin gelişmesine bir şey katmamış bir düzen diye betimlemişti. Ne var ki bu değerlendirme, kimi zaman sert bir biçimde onun karşısına çıktığı gibi, bilimleri bir bütün olarak görmenin bir sonucudur. Klâsik bilimlerin gelişimine Bacon'cılığın katkısı az ise, buna karşılık, kökleri çoğun daha önceki zanaatlarda olan birçok yeni bilim alanının doğmasına yol açmıştır o. Denizcilerin pusulasıyla yapılan daha önceki deneylerden ilk verilerini sağlamış olan manyetizma üstüne çalışmalar bunun bir kanıtıdır. Mıknatısın demiri çekmesi ile ovulan amber tanesinin saman çöpünü çekmesi arasındaki bağıntıyı bulma yolunda çabalarla doğmuştur elektrik. Dahası, bu iki alan da, daha sonraki gelişimleri bakımından, yeni, daha güçlü ve daha duyarlı araçların geliştirilmesine bağlıydı. Tipik Bacon'cı bilimlerdir bunlar. Aynı genelleme, ısı üstüne çalışmalara da uygulanabilir çok yaklaşık olarak. Felsefi ve tıbbi gelenekte uzun süre kurgulama konusu olan termometrenin bulunuşuyla dizgeli bir araştırma konusuna dönüşmüştür o da. Kimya çok daha farklı ve karmaşık bir durum ortaya koyar: Belli başlı araçlarının çoğu, ayıraçlar ve teknikler, Bilimsel Devrimden çok önce geliştirilmiştir. Ama geç onaltıncı yüzyıla gelinceye, bunlar, her şeyden önce, zanaatçıların, eczacıların ve simyacıların malıydı. Ancak zanaatların ve el işçiliği tekniklerinin yeniden değerlendirilmesinden sonra, doğa bilgisinin deneysel araştırılmasında düzenli bir biçimde ortaya çıkmışlardı.

Bu alanlar ve bunlara benzer daha başkaları onyedinci yüzyılda yeni bilimsel etkinlik odakları olduğundan bu yana, sürdürülmelerinin ilk ağızda, daha önce bilinmeyen deneysel etkilerin yinelenen bulgusundan daha çarpıcı pek az dönüşüm ortaya koyması şaşırtıcı bir şey değildir. İnce öngörüler üretebilen tutarlı bir kuram bütünlüğüne sahip olma gelişmiş bir bilimsel alanının bir işareti ise, Bacon'cı bilimler, bütün onyedinci yüzyılda ve onsekizinci yüzyılın çoğunda, az gelişmiş olarak kalmıştır. Bunların hem araştırma literatürü ve hem de gelişim öngörüleri, çağdaş klâsik bilimlerinkinden çok, günümüzdeki birçok toplumsal bilimlerinkine benzemekteydi. Bununla bir-

likte, onsekizinci yüzyılın ortalarına doğru, bu alanlardaki deney daha dizgeli olmuş, özellikle aydınlatıcı olduğu düşünülen seçme görüngü takımları çevresinde giderek artarak kümelenmiştir. Kimyada, yerdeğiştirme reaksiyonları ile doygunluk üstüne inceleme; elektrikte, iletkenlik ve Leyden kavanozu üstüne araştırma; termometre ve ısıda, karışımların sıcaklığı, yeni yeni önem kazanan konular arasındaydı. Bu arada parçacıksal ve daha başka görüşler, bu özel araştırma alanlarına giderek daha çok uyarlanmaktaydı; kimyasal ilgi ya da elektrik akışkanları kavramları ve onların atmosferleri, iyi bilinen örnekler sağlıyordu gerçekten.

Bu gibi görüşlerin işlerlik gösterdiği kuramlar bir süre yaygın bir biçimde nitel kalıyor ve bunun sonucu olarak çoğun karanlık oluyordu; ama, onsekizinci yüzyıl başladığında, Bacon'cı bilimlerde görülmeyen bir belginlikle tek tek deneylerle karşılaştırılabiliyorlardı yine de. Bundan başka, bu türden karşılaştırmaların olanak verdiği inceltmeler, yüzyılın son üçte birinde sürdüğü ve giderek daha çok karşılık olan alanların özeği olduğu için, Bacon'cı bilimler Antikite'deki klâsik bilimlerinkine benzeyen bir durumu hızla gerçekleştirmişti. Elektrik ve manyetizma, Aepinus'un, Cavendish'in ve Coulomb'un çalışmalarıyla; ısı, Black'in, Wilcke'nin ve Lavoisier'nin çalışmalarıyla gelişmiş bilimlere dönüşmüştü, ama kimya yavaş yavaş ve ikircikli bir biçimde, yalnız Lavoisier'nin kimya devriminden daha geçe kalmaksızın elbet. Daha sonraki yüzyılın başında, onyedinci yüzyılın nitelikçe yeni optik bulguları, ilk kez olarak eski optik bilimince benimseniyordu. Bu türden olayların gelişmesiyle birlikte, Bacon'cı bilim de rüştünü ispatladı, onyedinci yüzyıldaki kurucularının yöntembilimini, her zaman değilse de, inancını korudu.

Nerdeyse iki yüzyıl süren olgunlaşma dönemi sırasında Bacon'cı bilimler kümesi, burada "klâsik" diye nitelediğimiz küme ile nasıl bağ kurmuştu? Bu soru üzerinde çok az duruldu, ama sanırım yanıtı şöyle olabilecektir: Bu bağ, büyük ölçüde değildi, sonra da epeyce güç kurulabilmişti – düşünsel, kurumsal, kimi zaman da siyasal güçlükler nedeniyle. Ondokuzuncu yüzyılda klâsik ve Bacon'cı iki küme birbirinden kopuk bulunuyordu. Ka-

baca konduğunda, klâsik bilimler "matematik" diye kümelenmişlerdi; Bacon'cılar ise genellikle "deneysel felsefe" diye, ya da Fransa'da olduğu gibi "deneysel fizik" diye karşılanıyorlardı. Eczacılık, tıp ve çeşitli zanaatlarla sürekli bağlantısı olan kimya, kısmen, sonuncu kümenin bir üyesi ve kısmen de daha pratik uzmanlıkların bir kümesiydi.[16]

Klâsik ve Bacon'cı bilimler arasındaki ayrılık, ikincilerin kökeninden yola çıkarak izlenebilir. Bacon'ın kendisi de yalnız matematikten değil, klâsik bilimin hemen bütün tümdengelimsel yapısından kuşku duyuyordu. Zamanının en iyi bilimini tanıyamadığı için kendisini gülünç gösteren o eleştirmenler, işin can alıcı noktasını gözden kaçırıyorlardı. O, Ptoleme dizgesini yeğlemiş olduğu için Copernicus'çülüğü reddetmiyordu; aslında, her ikisini de reddediyordu; çünkü, bu denli karmaşık, soyut ve matematiksel hiçbir dizgenin doğanın ne kavranabilmesine, ne de denetimine destek olabileceğini düşünüyordu. Deneysel gelenekte kendisini izleyenler, Copernicus kozmolojisini kabul etseler de, klâsik bilimleri kavrayabilmenin ya da sürdürebilmenin gerektirdiği matematiksel yetenek ve inceliği kazanmaya pek seyrek girişiyorlardı. Bütün onsekizinci yüzyıl boyunca sürüp giden durum buydu: Franklin, Black ve Nollet, bunu Boyle ve Hook kadar açık bir biçimde ortaya koymuşlardır.

Bunun tersi daha da ikirciklidir. Bacon'cı hareketin nedenleri ne olursa olsun, daha önceden yerleşik klâsik bilimleri de etkilemişlerdi. Bu alanlara da, özellikle astronomiye, yeni araçlar girmişti. Öte yandan, verileri bildirme ve değerlendirme ölçütleri de değişmişti. Onyedinci yüzyılın son on yılında, Boyle ile Pascal arasındaki gibi karşılaşmalar, artık düşünülemez olmuştu. Ama, daha önce de belirtildiği gibi, bu gelişmelerin etkisi, klâsik bilimlerin yapısında özde bir değişiklikten çok, basamaklı bir incelmedir. Astronomi araçlı olmuştu ve optik de

---

[16] Düşünsel bir çalışma alanı konusu olarak kimyada gelişimin bir erken evresi için, bak: Marie. Boas, *Robert Boyle and Seventeenth Century* (Cambridge, 1958). Daha sonraki yaşamsal önem taşıyan bir evre için de, bak: Henry Guerlac, "Some French Antecedents of the Chemical Revolution", *Chymia* 5 (1959): 73-112.

daha önceden deneyseldi; nicel teleskopik gözlemin ve çıplak göz gözleminin bağıl değerleri, onyedinci yüzyıl boyunca hep kuşkuyla karşılanıyordu; sarkaç dışındaki mekanik araçlar, araştırmadan çok eğitimsel tanıtlama için en kullanışlı araçlardı. Bu koşullar altında, Bacon'cı ve klâsik bilimler arasındaki ideolojik gedik daralmış olmakla birlikte, hiç de ortadan kalkmış sayılamazdı. Onsekizinci yüzyıl boyunca yerleşik matematiksel bilimlerin başlıca uygulayıcıları, çok az deney yapmış ve yeni deneysel alanların açılmasına daha da az özlü bir katkıda bulunmuşlardı.

Galileo ile Newton açıkça ayrıksı durumlardır. Ama yalnız ikincisi gerçek olandır ve her ikisi de klâsik Bacon'cı bölünmenin ne olduğunu aydınlatır. Lincei'nin gururlu üyesi Galileo, ayrıca teleskopun, sarkaç genliğinin, termomotrenin ilk biçiminin ve daha başka yeni araçların bir geliştiricisidir de. Açıkçası o burada Bacon'cı denen hareketin birçok yanına önemli ölçüde katılmıştır. Ne var ki, Leonardo'nun sanat yaşamının da göstermiş olduğu gibi, araç ve mühendislik çalışmaları bir insanı deneyci kılmıyor ve, bilimin bu yanına dönük olan Galileo'nun açık tutumu da klâsik biçim çerçevesinde kalıyordu. Zaman zaman zihin gücünün, betimlemiş olduğu deneyleri yapmayı kendisi için gereksiz kıldığını bildiriyordu. Daha başka zamanlarda da, sözgelişi su pompalarının sınırlamaları üzerinde dururken, varolan teknolojinin kapasitesini aşan aygıtlara başvuruyordu yorum yapmaksızın. Boyle'un Pascal'ı eleştirmesi hiç değiştirilmeden Galileo'ya uygulanabilir. O, deneysel dizayn ile olan dışında, Bacon'cı bilime değil, klâsik bilimlere çığır açtıran katkılar yaptırmış ve yapabilmiş bir kimseyi ortaya çıkarıyordu.

İngiliz Bacon'cılığı doruğuna çıktığı sıralarda eğitim gören Newton, iki geleneğe de katılıyordu kesinlikle. Ama iki onyıl önce I. B. Cohen'in vurgulamış olduğu gibi, biri Newton'un *Principia*'sına, öbürü *Opticks*'ine götürülebilen, Newton etkisinin birbirinden farklı iki çizgisinin sonuçları nelerdir?[17] *Principia*'nın klâsik bilimler geleneği içinde bulunmasına karşın,

[17] I. B. Cohen, *Franklin and Newton* (Philadelphia, 1956).

Opticks' in hiç de kuşkusuzca Bacon'cı yolda olmadığı gözönünde tutulursa, bu derin görüş de özel bir önem kazanır. Çünkü konusu daha önce iyice gelişmiş bulunan optik olduğu için, Newton seçilmiş deneyleri bilinçli olarak kuramla yanyana koyabiliyordu; başarıları da bu yanyana koymaların bir sonucuydu. *Renklerin Deneysel Tarihi* adlı kitabı Newton'un kuramını üzerine kurduğu deneylerin birçoğunu kapsamış olduğu halde, Boyle böyle bir girişimde bulunmamıştı; bulgulamış olduğu sonuçların araştırılmaya değer olabilecek[18] kurgulamalar telkin ettiğini saptamakla yetinmişti. *Opticks'* in ikinci kitabının birinci konusu olan "Newton halkaları"nı bulgulamış olan Hooke, aynı benzer yolla veriler biriktirmişti. Buna karşılık Newton ise onları bir kuram haline getirmek üzere, ayıklayıp kullanmıştı; klâsik gelenekteki öncüllerinin yapmış olduğu gibi, genelde günlük deneyle sağlanmış olan, anlaşılması daha kolay bilgileri kullanmıştı. "Queries"lerinde olduğu gibi, *Opticks'* ine, kimya, elektrik ve ısı gibi yeni Bacon'cı konulara döndüğünde bile, Newton, giderek artan deneysel literatürden kuramsal sorunları aydınlığa kavuşturabilen özel gözlem ve deneyleri seçiyordu. Bu henüz ortaya çıkmakta olan alanlarda optikte beklenilenler gibi köklü başarılar olmasa da, "Queries"lerde dağınık bir biçimde görülen kimyasal ilgi gibi kavramlar, onsekizinci yüzyılda daha dizgeli ve seçkin Bacon'cı uygulamacılar için zengin bir kaynak olmuştu ve bu yüzden onlar tekrar tekrar bunlara dönüyorlardı. *Opticks'* te ve onun "Queries – Sorular"ında buldukları şey, Bacon'cı deneyimin Bacon'cı-olmayan kullanımı, Newton'un klâsik bilimsel geleneğe derinden ve eş-zamanlı dalışının bir ürünüydü.

Huyghens ve Mariotte gibi anakaradaki çağdaşlarından kısmen ayrık tutulursa, Newton örneği biriciktir. Daha ilk yıllarında bilimsel çalışmasının tamamlanmış olduğu onsekizinci yüzyıl boyunca, her iki geleneğe önemli bir biçimde hiç kimse katılmamıştı; bu durum, en azından ondokuzuncu yüzyılda bilimsel kuruluşların ve mesleki çizgilerin gelişimiyle de yansımaktadır. Bu alanda ek olarak birçok araştırmaya gerek olsa da, aşağıdaki

---

[18] Boyle, *Works*, 2: 42-43

saptamalar, araştırmaların incelteceğini umduğum kaba örüntüyü verecektir. En azından elemanter düzeyde klâsik bilimler, Orta Çağ üniversitesi müfredatı standardında yerleşmişlerdi. Onyedinci ve onsekizinci yüzyıllarda bunlara ayrılan kürsülerin sayısı artmıştır. Bu kürsülerin sahipleri, Fransa, Prusya ve Rusya'da daha yeni kurulmuş ulusal bilim akademilerindeki kürsülere atanmış olanlarla birlikte, klâsik bilimlerin gelişimine katkıda bulunan başlıca kişilerdi. Hiçbiri gerçekten bir amatör olarak betimlenmemişti; oysa bu terim, bir bütün olarak onyedinci ve onsekizinci yüzyılların bilim uygulayıcılarına hiç ayrım yapmaksızın birçok kez kullanılmıştı. Bununla birlikte Bacon'cı bilim uygulayıcıları, onsekizinci yüzyılda eczacılık, sanayi ve kimi tıp okullarında meslekler edinen kimyacılar dışında, sadece genelde amatör idiler, ondokuzuncu yüzyılın son yarısından önce. Öbür deneysel bilimler için üniversitede hiçbir yer yoktu. Uygulayıcılardan kimisi çeşitli ulusal bilim akademilerinde görev almış olsalar da, ikinci sınıf yurttaş sayılıyorlardı orada. Yalnız, Newton'un ölümünden önce, klâsik bilimlerin yıldızının açıktan açığa sönmeye başladığı İngiltere'de sadece, tam temsil ediliyorlardı; bu da aşağıda daha çok geliştirilecek olan bir zıtlıktır.

Fransız Bilimler Akademisi örneği bu konuda öğreticidir ve incelenmesi gelecek bölümde tartışılacak sorun için de bir artalan oluşturacaktır aynı zamanda. Termometre ve higrometre gibi Bacon'cı araçların hem dizaynına ve hem de kuramına katkılarıyla tanınmış Guillaume Amontons (1663-1705) Akademide hiçbir zaman *élève* (öğrenci – ç.n.) statüsü ötesine yükselememişti ve bu gücüyle, astronom Jean Le Fèvre'e bağlanmıştı. Fransa'ya *deneysel fiziği* getirmiş adam diye daha çok anılan Pierre Polinière (1671-1734) Akademi'ye resmen asla kabul edilmemişti. Onsekizinci yüzyılın elektrik bilimlerine katkılarıyla tanınmış iki Fransız akademisyeni olmakla birlikte, bunlardan birincisi C. F. de C. Dufay (1698-1739) kimya bölümüne yerleşmişti; öbürü, Abbé Nollet (1700-1770), resmi olarak *arts mécaniques* (mekanik sanatlar – ç.n.) uygulayıcılarına ayrılmış, bir çeşit karma bölümün bir üyesiydi. Burada, yalnız Londra Kraliyet Topluluğuna seçildikten sonra, Nollet orununu yükseltebildi,

hem Compte de Buffon'un ve hem de Ferchauld de Réaumur'ün yerine geçebildi. Ünlü araç yapımcısı Abraham Bréguet, öte yandan mekanik bölümün kendisi için biçilmiş bir kaftan olabilecek yeteneklere sahip bir insan olduğu halde, altmış dokuz yaşında, adı kraliyet buyruğuyla berat listesine alınıncaya değin akademiye bir türlü girememişti.

Bu tek tek durumların anlattığı şeyi, akademinin resmi kuruluşu da ortaya koymaktadır. Nitekim bir *deneysel fizik* bölümü 1785 yılına değin açıklanmamıştı ve böylece, matematik bölümünde (geometri, astronomi ve mekanik) kalmıştı; (anatomi, kimya ve metalürji, botanik ve tarım, doğa tarihi ve mineraloji) gibi daha çok el hüneri isteyen *sciences physiques* (fizik bilimleri – ç.n) bölümünde olacakları yerde, 1815'den sonra, yeni bölümün adı *physique générale'* e (genel fizik – ç.n) döndüğünde, üyeler arasındaki deneyciler çok azdı bir süre. Onsekizinci yüzyıla bir bütün olarak bakıldığında, Bacon'cı fizik bilimlerine akademisyenlerin katkıları; doktorların, eczacıların, sanayicilerin, araç yapımcılarının, gezici konferansçıların ve bağımsız çalışanların katkısına oranla çok küçüktür. Buna aykırı düşen bir duruma İngiltere'de rastlanabilir; orada Kraliyet Topluluğu, meslekleri ilkin ve her şeyden önce bilim olan insanlardan çok, bu tür amatörlerden oluşuyordu geniş ölçüde.

Modern Bilimin Kökenleri

Şimdi onsekizinci yüzyılın sonlarından onyedinci yüzyılın ortasına dönelim kısa bir süre. O sıralarda Bacon'cı bilimler oluşma durumundaydı, klâsik bilimler de kökten değişikliğe uğramışlardı. Yaşam bilimlerindeki eş-zamanlı değişikliklerle birlikte, bu iki olay takımı, Bilimsel Devrim adı verilebilecek şeyi oluşturuyordu. Bu denememizin hiçbir bölümü, bunun olağanüstü karmaşık nedenlerini açıklamayı amaçlamamakla birlikte, açıklanacak gelişmeler alt-bölümlere ayrıldığında, neden(ler) sorununun nasıl farklılaştığını kaydetmek zahmete değerdir.

Bilimsel Devrim sırasında sadece klâsik bilimlerin dönüşüme uğramış olması şaşırtıcı değildir. Fizik biliminin öteki

alanları da, o dönemde geç vakte değin varlıklarını pek sürdürememişlerdi. Varolabildikleri ölçüde de, ayrıca, yeniden kurulacak önemli bir birleşik teknik bütünlüğünden yoksundular. Buna karşılık, klâsik bilimlerdeki dönüşüm nedenlerinin bir dizisi, daha önceki kendi gelişim çizgilerinde yatmaktadır. Bunlara verilecek ağırlık konusunda tarihçilerin görüşleri arasında büyük ayrımlar olsa da, günümüzde pek azı, İslâm ya da Lâtin eski öğretinin kimi Orta Çağ yeni-formülasyonlarının Copernicus, Galileo ve Kepler gibi kişilerin gözünde büyük önem taşıdığından kuşku duymaktadır. Bana kalırsa, Bacon'cı bilim için benzeri iskolastik kökenler yoktur. Grosseteste'ten gelen yöntembilimsel gelenek doğrultusunda, kimi zaman yapılmış olan iddialara karşın, Bilimsel Devrimi açıklamak için şimdilerde sık sık başvurulan öteki etkenlerin çoğu, hem klâsik ve hem de Bacon'cı bilimlerin gelişimine katkıda bulunmuştur; ama, çoğun, değişik yollarla ve değişik derecede. İçinde ilk modern bilimin uygulanmış olduğu çevrede –başlangıçta Hermetik ve sonra parçacıksal-mekanik olan– yeni düşünsel etkenlerin etkileri, bu gibi ayrımların bir ilk örneğini sağlar. Klâsik bilimlerde, Hermetik hareketler, matematiğin statüsünü destekliyordu kimi zaman; doğada matematiksel bir düzenlilik bulgulama girişimlerini yüreklendiriyordu ve arada bir de, bulgulanmış olan basit matematiksel biçimlerin kesin nedenler, bilimsel neden zincirinin son halkası gibi görülmesine yol açıyordu böylece.[19] Hem Galileo ve hem de Kepler, matematiğin giderek varlıkbilimselleşen bu rolü üs-

[19] Araç ya da varlıkbilimi olarak birçok ilk-modern bilim adamlarınca matematiğe giderek artan bir değer verilmiş olması hemen hemen yarım yüzyıl boyunca tanınmıştır ve birçok yıl Yeniden-Doğuş Yeni-Platonculuğuna bir yanıt olarak betimlenmiştir. Etiketi "Hermetizm"e çevirme bilimsel düşüncenin bu yanının açıklanmasını iyileştirmiyor (daha başka önemli yeniliklerin tanınmasına yardımcı olmuş olsa da) ve değişiklikler yakın zamanların bilim dünyasının bağlayıcı bir sınırlanışını gösteriyor, burada nasıl uzak kalacağımızı bilmediğim bir sınırlanmayı. Sık sık yapılmış olduğu gibi, "Hermetizm", birbiriyle bağlı oldukları varsayılan çeşitli hareketlere: Yeni-Platonculuğa, Kabalizme, Rosicrucianism'e ve aklınıza gelebilecek daha başkalarına gönderme yapar. Bunların birbirinden ayırt edilmesi gerekir şiddetle: cismani olarak, coğrafi, düşünsel ve ideolojik olarak.

tüne örnekler gösteriyor ve Kepler ayrıca daha gizli bir ikinci hermetik etkiyi ortaya çıkarıyordu. Kepler ve Gilbert'ten Newton'a, daha hafiflemiş biçimde de olsa, Hermetik düşüncede açıkça göze çarpan doğal sıcak ve soğuk bakışlar, daha önce gezegenleri kendi dolancalarında tutmuş olan Aristoteles'çi küreler kuramının çöküşüyle yaratılmış olan boşluğu doldurmakta yardımcı oluyordu.

Onyedinci yüzyılın ilk üçte birinden sonra Hermetik gizemcilik giderek daha çok reddedildiğinde, hâlâ klâsik bilimlerde bulunan yeri, eski atomculuktan türemiş olan parçacıksal felsefenin şu ya da bu biçiminde doldurulmuştu hızla. Hem büyük ve hem de mikroskopik cisimler arasındaki itme ve çekme kuvvetleri, artık Newton'a iyice karşı çıkmak için uygun bir kaynak değillerdi. Ama, parçacıkçılığın istediği sonsuz evren içinde yeğ tutulabilecek bir merkez ya da doğrultu da bulunamazdı. Doğal olarak sürüp giden devrimler yalnız doğru çizgilerle meydana gelebilir ve yalnız parçacıklar-arası çarpışmalardan tedirgin olabilirdi. Descartes'ten bu yana, bu yeni bakış açısı dosdoğru Newton'un birinci devinim yasasına ve yeni bir sorun olarak çarpışmaların incelenmesi yoluyla ayrıca ikinci yasasına götürür. Klâsik bilimlerdeki dönüşmenin bir etkeni de, 1500'den sonra, içinde uygulanmış oldukları, ilkin Hermetik ve sonra parçacıksal olan, düşünsel yeni iklimdi açıkçası.

Aynı yeni düşünsel çevreler Bacon'cı bilimleri de etkiledi, ama çoğun başka nedenlerden ve değişik yollarla. Kuşkusuz, gizli sıcak bakışlar üzerine Hermetik vurgu, 1550'den sonra manyetizmaya ve elektriğe karşı duyulan ve giderek artan ilgiyi açıklamakta yardımcı olmaktadır; benzeri etkiler, Paracelsus zamanında van Helmont'un yaşadığı döneme değin kimyanın statüsünü desteklemişti. Ne var ki, yürürlükteki açıklama giderek daha çok şunu göstermektedir: Bacon'cı bilimlere ve belki de bütün Bilimsel Devrime Hermetikçiliğin büyük katkısı; çoğun zekâ ürünü olan buluşlar, araçlar ve makinalar yardımıyla doğayı değiştirme ve denetleme ile ilgili, Faust'u andıran sihirbaz kişiliktir. Sihirbaz Paracelsus ile deneyci filozof Robert Boyle arasında bir geçiş dönemi kişiliği olarak Francis Bacon'ın kabul edilmesi, son yıllarda, yeni deneysel bilimlerin nasıl doğmuş

olduğu[20] üstüne tarihsel anlayışı dönüştürmek için her şeyden çok etkili olmuştur.

Çünkü klâsik çağdaşlarından pek farklı olarak, bu Bacon'cı alanlar için parçacıkçılığa geçiş döneminin etkileri ikircikli idi; kimya ve elektrik gibi konularda Hermetizmin, sözgelişi, astronomi ve mekanikte olduğundan niçin daha çok sürüp gittiğini açıklayan önde gelen bir nedendir bu. Yuvarlak parçacıkları dili teskin ettiği için şekerin tatlı olduğunu söylemek, ona bir sakkarin kuvveti yüklemekle bir ilerleme olamaz elbet. Onsekizinci yüzyıl deneyi, Bacon'cı bilimlerin ilerlemesinin çoğun, Hermetik hareketin doğal sıcak ve soğuk bakışlarından hiç de farklı olmayan, kimyasal ilgi ve flojiston gibi görüşlerden yol göstericilik istediğini tanıtlayacaktı. Ne var ki, bu parçacıkçılık, deneysel bilimleri büyüden ayırmıştı; böylece, bağımsızlığa gereksinim duyuyordu. Daha da önemlisi, deneye bir gerekçe sağlıyordu; bunu da Aristoteles'çiliğin ya da Platon'culuğun hiçbir türlüsü yapamamıştı. Bilimsel açıklamayı yöneten gelenek, biçimsel nedenlerin ya da özlerin açıklanmasını istediği halde, yalnızca olayların doğal akışıyla sağlanmış olan veriler, onunla ilgili olabiliyordu. Deney yapmak ya da doğayı zorlamak, ona tecavüz etmekti, şeyleri ne ise o yapan "doğalar"ın ya da biçimlerin rolünü böylece gizlemekti. Öte yandan, parçacıksal bir evrende, deneylemenin bilimlerle açık bir ilgisi vardı. Doğa görüngülerinin ortaya çıktıkları mekanik koşulları ve yasaları özellikle değiştirmeyebilir ve aydınlatamayabilirdi. Bu Bacon'ın, çoğu zaman, zincire vurulmuş Cupid masalına bağladığı bir dersti.

Bilimsel Devrimin tek nedeni yeni bir düşünsel çevre değildi elbet; onun açıklanmasında çok sık başvurulan daha başka etkenler de, klâsik ve Bacon'cı alanlarda ayrı ayrı ele alındığında, inandırıcılık kazanırlar ayrıca. Yeniden-Doğuşta, öğrenim üzerinde Orta Çağ üniversitesi tekeli yavaş yavaş geriliyordu. Daha önceleri el zanaatçıları ve esnaflar diye sınıflandırılmış

---

[20] Frances A. Yates, "The Hermetic Tradition in Renaissance Science", C.S. Singleton, Ed., *Science and History in the Renaissance,* (Baltimore, 1968) ss. 255-74'de; Paolo Rossi, *Francis Bacon: From Magic to Science,* Çev. Sacha Rabinovitch (London, 1968).

olan bir küme statüsünü desteklemekte, yeni zenginlik kaynakları, yeni yaşam biçimleri ve yeni değerler birleşmekteydi. Yazı makinasının bulunuşu ve buna ek olarak eski kaynakların iyileştirilmesi, bu kümenin üyelerine, eskiden sadece dinsel üniversite dünyasında elde edilebilecek –o da olursa eğer– bilimsel ve teknolojik kalıta yaklaşma olanağı veriyordu. Brunelleschi ile Leonardo'nun mesleki yaşamında örneğini veren bir sonuç; uzmanlıkları resmi, yontuculuğu, mimariyi, istihkâmcılığı, su kanallarını ve savaş makinaları dizaynını ve yapımını kapsamına alan sanatçı mühendislerin, esnaf loncalarının onbeşinci ve onaltıncı yüzyıllarda ortaya çıkışıydı. Giderek daha gelişen bir bilim adamı korumacılığı dizgesinden güç alan bu insanlar, aynı zamanda Yeniden-Doğuş saraylarının ve daha sonra kimi Kuzey Avrupa kent yönetimlerinin hizmetlileri ve dekoratörleriydi. Bunların kimisi ayrıca kendilerini Hermetik ve Yeni-Platonculuk kaynaklarına götüren hümanist çevrelerle resmi-olmayan ilişkiler de kurmuştu. Ne var ki, yeni bir yüksek öğrenime katılan kişiler olarak, statülerini öncelikle yasallaştıran şey bu kaynaklar değildi. Daha çok, Vitruvius'un *De architectura*'sı, Euclides'in *Geometri ve Optik*'i, sözde-Aristoteles'çi *Mekanik Sorunları* ve, onaltıncı yüzyıl ortasından sonra, hem Archimedes'in *Yüzen Cisimler*'i ve hem de Hero'nun *Pneumatica*'sı[21] gibi yapıtlara başvurup, onlar üstüne inandırıcı yorumlar yapabilme yetenekleriydi onların.

Bilimsel Devrim bakımından bu yeni kümenin önemi tartışma götürmez. Galileo birçok bakımdan, Simone Stevin tümüyle, onun ürünleri arasındadır. Ama üzerinde durulması gereken nokta asıl şudur: Küme üyelerinin kullanmış olduğu kaynaklar ve daha önceden etkilenmiş oldukları alanlar, burada klâsik diye nitelenen kümeye girer. Sanatçı olarak da (perspektif),

---

[21] P. Rossi, *Philosophy, Technology, and the Arts in the Early Modern Era*, çev. Salvador Attanasio (New York, 1970). Rossi ile konunun ilk inceleyicileri, sanatçı-mühendislerce uygulanan zanaatlar ile Vanoccio Biringuccio ve Agricola gibi yüksek kişilerce bilgi dünyasına daha sonra getirilmiş olanlar arasında ayrım yapmanın olası önemi üzerinde tartışmamışlardır yine de. Bu ayrım yapmanın aşağıya alınan kimi yanları için, meslekdaşım Michael S. Mahoney ile yaptığım konuşmaya çok şey borçluyum.

mühendis olarak da (inşaat ve su mühendisliği) en çok matematik, statik ve optik üstüne yapıtları araştırmışlardır. Astronomi de arada bir ilgi ve etkinlik alanlarına girmiştir ama, daha az ölçüde. Vitruvius'un uğraşlarından biri, belgin güneş-saatleri dizaynı idi. Yeniden-Doğuş sanatçı-mühendisleri, kimi zaman daha başka astronomi araçlarının dizaynına değin bunu yaygınlaştırmışlardı.

Şurada burada henüz yalnız tohum olarak da olsa, sanatçı-mühendislerin bu klâsik alanlarla uğraşmaları, bunların yeniden-yapılanmalarında önemli bir etken olmuştu. Denebilir ki, Brahe'nin yeni araçlarının ve, kesinlikle de, Galileo'nun su pompalarının sınırlı gücüne ve malzemelerin mukavemetine olan ilgisinin kaynağı budur; bu sonuncusu dosdoğru Torricelli'nin barometresinin bulgulanmasına yol açmıştır. Özellikle silahçılığın desteklediği mühendislik işleri, akla yakın bir biçimde ama daha çekişmeli olarak, yerel devinim sorunlarını, daha büyük olan değişme felsefi sorunundan ayırmaya yardımcı oluyordu; aynı zamanda, geometrik oranlardan çok, sayıları, daha ileri çalışmalarında kullanmak istiyordu. Bunlar ve bunlara bağlı konular, Fransız Akademisinde *arts mécaniques* (mekanik sanatlar) için bir bölümün açılmasına yol açmıştı ve bu bölümün geometri ve astronomi bölümleriyle birleşmesine neden olmuştu. Bundan böyle bu durumun Bacon'cı bilimler için doğal bir yuva sağlamaması; Yeniden-Doğuş sanatçı-mühendislerinin uğraşlarında karşılığını buluyor ve bu uğraşlar, boyacılık, dokumacılık, cam yapımcılığı ve gemicilik gibi zanaatların mekanik-olmayan, matematiksel-olmayan yanlarını artık kapsamıyordu. Ne var ki, yeni deneysel bilimlerin oluşunda çok büyük bir rol oynamış zanaatlardı kesinlikle bunlar. Bacon'ın programatik önermeleri onların hepsinin doğal tarihlerini gerektirir, mekanik olmayan bu zanaatların bu tarihlerinden kimileri de yazılmış bulunmaktadır nitekim.

Mekanik ve mekanik-olmayan zanaatlar arasında çözümlemeli bir ayrılığın yararlı olabileceği belirtilmediği için, buradan çıkan sonuç, daha önce gelmiş geçmişlerden daha da uzak olmalı kesinlikten. Bununla birlikte, bilgince uğraş konuları olarak, daha öncekiler birincilerden daha sonra gelmiş gibi görü-

nürler. Sanırım, Paracelsus'çü tavırlarca başlangıçta öngörülmüş oldukları için, Biringuccio'nun *Pyrotechnica'* sı, Agricola'nın *De re metalica'* sı, Robert Norman'ın *Newe Attractive'* si, Bernard Palissy'nin ilkin 1540'da yayınlanan *Discourse'* u gibi yapıtlarda, kuruluşları tanıtlanmış bulunmaktadır. Daha önce, mekanik sanatlarca gerçekleştirilmiş olan statüler, bu gibi kitapların ortaya çıkışını açıklamakta yardımcı olmaktadır kuşkusuz; ama, bunları meydana getiren hareket yine açıkça bellidir. Mekanik-olmayan zanaatların pek az uygulayıcısı, korumacılık yoluyla destek görmüşlerdir ya da geç onsekizinci yüzyıldan önce, zanaat loncalarının sınırlarından kaçıp kurtulmayı başarmışlardır. Ama hiçbiri önemli bir klâsik literatür geleneğinden destek görmemiştir; sözde klâsik-Hermetik literatürü ve sihirbaz kişiliği, onlar için, matematiksel-mekanik alanlardaki[22] çağdaşları için olduğundan daha önemli kılan da bu olgudur belki. Kimyadakiler dışında, doktorlar ile eczacılar arasındaki fiili uygulama, kendisiyle ilgili bilgince söylemle pekâlâ birleşmişti. Bununla birlikte doktorlar, yalnız kimya alanında değil, Bacon'cı bilimlerin gelişmesi için gerekli verileri sağlamış olan mekanik-olmayan daha başka zanaatlarda da bilgince yapıtlar yazmış olan kimseler arasında, oransız sayılarla yer almaktadırlar. Agricola ve Gilbert sadece ilk örneklerdir.

Daha önceki zanaatlarda köksalmış olan iki gelenek arasındaki bu ayrımlar, başka bir ayrımı açıklamakta da yardımcı olurlar. Yeniden-Doğuş'un sanatçı-mühendisleri toplumsal açıdan yararlı olmakla birlikte –onlar bunu biliyorlardı ve kimi zaman iddialarını buradan temellendiriyorlardı–, yazılarındaki yararcı öğeler, mekanik olmayan zanaatlara yakın kişilerin yazılarındakilerden daha az kalıcı ve göze batıcı idi. Leonardo'nun, bulduğu mekanik araçların fiili olarak ortaya konup konamayacağı üze-

---

[22] Bu sorunu hiçbiri doğrudan doğruya hemen ele almasa da, son zamanlarda çıkan iki makale, ilkin hermetizmin ve sonra da parçacıkçılığın düşünsel-sosyal statü için onyedinci yüzyıl savaşlarında nasıl kendilerini gösterdiğini dile getirir: P. M. Rattansi, "The Helmontian-Galerist Controversy in Restoration England", *Ambix* 12 (1964): 1-23; T. M. Brown, "The College of Physicians and the Acceptance of Iatromechanism in England, 1665-1695", *Bulletin of History of Medicine*, 44 (1970): 12-30.

rinde ne denli az durduğunu anımsayalım; ya da Galileo'nun, Pascal'ın ve Newton'un yazılarını Bacon, Boyle ve Hooke'unkilerle karşılaştıralım. Her iki yazı dizisinde de görülen yararcılık, yalnız ikincisi için esas durumdadır; bu da klâsik ve Bacon'cı bilimler arasındaki son bir büyük ayrımın ipucunu verebilecek bir olgudur.

Onyedinci yüzyılın sonuna doğru değişik bir kurumsal temel bulmuş olan kimya dışında, Bacon'cı ve klâsik bilimler, en azından 1700'den başlayarak, farklı ulusal çevrelerde gelişmişlerdi. Birçok Avrupa ülkesinde her ikisinin uygulamacılarına rastlanabiliyordu; ama, Bacon'cı bilimlerin merkezi açıkça İngiltere'de, matematiğin anakara Avrupa'sında, özellikle de Fransa idi. Ondokuzuncu yüzyılın ortasına varmadan Bernoulli'ler, Euler, Lagrange, Laplace ve Gauss gibi anakara Avrupa'sı ünlüleriyle karşılaştırılabilecek son İngiliz matematikçisi Newton idi. Bacon'cı bilimlerde ise zıtlık daha erken başlar ve daha kesin çizgilidir; ama Boyle'un, Hooke'un, Hauksbee'nin, Gray'in, Hales'in, Black'in ve Priestley'inkileriyle boy ölçüşebilecek üne erişmiş anakara deneycilerini 1780'den önce bulmak güçtür. Ayrıca, ilk ağızda akla gelenler de, Hollanda ve İsviçre'de, özellikle de birincisinde kümeleşme eğilimi gösterirler. Boerhaave, Musschenbroek ve de Saussure, hep birer örnek olarak çıkarılabilir.[23] Bu coğrafi örüntü daha dizgeli bir araştırmayı gerektirir, ama Bacon'cı ve klâsik bilimlerde, bağıl üretkenlik ile bağıl nüfus dağılımı gözönüne alınırsa, herhalde bu çarpıcı bir şey olacaktır. Bu gibi araştırmalar, az önce kabaca belirtilen ulusal ayrımların yalnız onyedinci yüzyıl ortasından sonra ortaya çıkmış olduğunu ve daha sonraki kuşaklarda yavaş yavaş belirginlik kazandığını da gösterir ayrıca. Fransız Bilimler Akademisi ile Kraliyet Topluluğunun onsekizinci yüzyıl etkinlikleri arasındaki ayrımlar; Accademia del Cimento, Montmor Academy ve İngiliz "Invisible College"in etkinlikleri arasındakilerden daha büyük değil midir?

---

[23] Bu sorunla ilgili bilgiler bütün Pierre Brunet'de dağılıp saçılmıştır: *Les Physiciens Hollandais et la méthode expérimentale en France au XVIII^e siècle* (Paris, 1926).

Bilimsel Devrimin birbiriyle yarışan birçok açıklaması arasında, yalnız bir tanesi bu coğrafi ayrılıklar örüntüsüne bir ipucu verir. Bu da Merton savı diye anılır; Weber, Troeltsch ve Tawney tarafından daha önce getirilmiş olan, kapitalizmin günyüzüne çıkışına dönük açıklamaların bilimler için bir yeniden geliştirilmesidir bu.[24] Sav, baştaki Protestanlığa dönüş evrelerinden sonra, bilimin gelişmesine özellikle uygun bir "ethos" ya da bir "ethic" sağlamış olan Püriten ya da Protestan topluluklar iddia ediyor, oturtuyordu. Birincil bileşenleri arasında güçlü bir yararcılık eğilimi, emeğin yüksek değerlendirilmesi (hem kol emeğinin ve hem de nitelikli emeğin) ve her insanı ilkin Kutsal Kitap'ın ve sonra da doğanın yorumcusu olmaya çağıran bir dizge güvensizliği bulunuyordu. Başkalarının yaptığının tersine, böyle bir ethos'u tanıyıp bulma ve, bunun bütün Protestanlara mı, yoksa kimi Püriten tarikatlara mı yüklenebileceğini belirleme güçlüklerini bir yana bıraktığı için, bakış açısının başlıca sakıncaları, onun, her zaman, pek çok şeyi açıklamaya kalkışması olmuştur. Bacon, Boyle ve Hooke, Merton savına yanaşır gibi görünüyorsa da; Galileo, Descartes ve Huyghens öyle değildir. Her ne olursa olsun, Bilimsel Devrim bir süre ileri gidinceye değin, Evanjelik Püriten ve Protestan topluluklarının herhangi bir yerde bulunduğu da açık olmaktan uzaktır. Bu yüzden, Merton savının tartışmalı olmasında şaşılacak bir şey yoktur.

Ne var ki, bir bütün olarak Bilimsel Devrime değil de, daha çok Bacon'cı bilimleri ilerleten harekete uygulandığında, çekiciliği büyük ölçüde daha da artar. El becerisi ve araçlı teknikler yoluyla başlangıçta bu hareketin doğa üzerinde egemenlik kurmaya yönelik atılgan tutumu, Hermetizmce de desteklenmiştir kuşkusuz. Ama, 1630'lardan sonra, bilimlerde giderek daha çok Hermetizmin yerini alan parçacıksal felsefeler, benzeri değerler getirmiyordu ve Bacon'cılık da gelişimini sürdürüp gidiyordu. Özellikle de Katolik-olmayan ülkelerde bu işin böyle olması, bi-

---

[24] R. K. Merton, *Science, Technology and Society in Seventeenth-Century England* (New York, 1970). İlkin 1938'de yayınlanmış olan yapıtın bu yeni baskısı bir "Seçme Bibliyografi: 1970" içermektedir; bu da ilk ortaya çıkışından bu yana sürüp giden tartışmaya yararlı bir yolgöstericilik sağlar.

limler açısından bakıldığında, bir "Püriten"in ya da bir "ethos" un ne olduğunun bulunup ortaya çıkarılmasının yine de zahmete değer bir iş olduğunu göstermektedir. Özyaşam öyküsüyle ilintili soyut bir iki bilgi, bu problemi özellikle ilginç kılabilir. Boyle'un ikinci hava pompasını kuran ve buharlı basınç tenceresini bulan Denis Papin, onyedinci yüzyıl işkencecilerince Fransa'dan sürülmüş olan bir Huguenot idi.* 1816'da Fransız Bilimler Akademisini zorlayan, alet yapımcısı Abraham Bréguet, Nantes fermanının iptal edilmesinden sonra ailesinin kaçmış olduğu Neuchâtel'li bir göçmendi.

Modern Fiziğin Oluşu

İşleyeceğim son konu, bir son-söz gibi, diyeceğim daha ileri bir araştırmayla geliştirilecek ve değiştirilecek bir konumun geçici bir taslağı gibi sunulmalıdır. Ama, geç onsekizinci yüzyıla değin, klâsik ve Bacon'cı bilimlerin ayrı ayrı gelişimini çizdiğim için, genel olarak, hiç olmazsa daha sonra ne olduğunu sormam gerekiyor. Çağdaş bilim sahnesiyle tanışıklığı olan herkes, fizik bilimlerinin yukarda kabataslak gösterilen örüntüye artık uymadığını kabul edecektir; bu da örüntünün kendisini anlamayı güçleştiren bir olgudur. Bu değişiklik ne zaman ve nasıl oldu? Özü, yapısı neydi?

Buna yanıtın bir kısmı şudur: Ondokuzuncu yüzyılda fizik bilimleri, tüm bilgi dallarının geçirmiş olduğu hızlı büyüme ve dönüşüme katılmaktaydı: Hukuk ve tıp gibi daha eski olanlar, daha katı ve daha önce görmüş olduklarımızdan daha dıştalayıcı düşünsel ölçütleri olan, yeni kurumsal biçimler kazanıyorlardı. Geç onsekizinci yüzyıldan başlayarak bilimler alanında gazetelerin ve kuruluşların sayısı hızla çoğalmaktaydı ve bunların çoğu da geleneksel ulusal akademilerden ve onların yayınlarından farklı olarak, tek tek bilim alanlarına bağlı bulunuyordu. Matematik ve astronomi gibi eskiden beri sürüp giden disiplinler, ilk kez, kendine özgü kurumsal biçimleri olan meslekler olu-

* Huguenot: XVII. yy.da, özellikle Fransız protestan reform yanlısı (ç.n).

yorlardı.[25] Benzeri görüngüler, yeni-Bacon'cı alanlarda hep hafiften ve daha yavaş görünüyordu ve bunun sonucu, daha önce kendilerini birbirine bağlamış olan bağlarda bir gevşeme meydana geliyordu. Özellikle kimya, en geç yüzyılın ortalarında, ayrı bir düşünsel meslek olup çıkmıştı; sanayi ve öteki deneysel çalışma alanlarıyla bağları yine vardı ama, artık hepsinden farklı bir kimlik göstermekteydi. Kısmen bu kurumsal nedenlerden, kısmen de, ilkin, Dalton'un atom kuramının kimyasal araştırma üzerindeki etkisinden, sonra da organik bileşiklere giderek artan dikkatten dolayı, kimya bilimi kavramları, fizik bilimlerinde başka yerlerde kullanılmış olanlardan hızla ayrılıyordu. Böyle bir durum karşısında, ısı ve elektrik gibi konular giderek kimyadan daha çok ayrılıyor ve deneysel felsefeye ya da yeni bir çalışma alanına, diyeceğim, giderek daha çok yerine oturmuş fizik bilimine mal oluyordu.

Ondokuzuncu yüzyılda ikinci bir önemli değişiklik kaynağı; matematiğin algılanan kimliğinde aşamalı bir bölünmenin meydana gelmesiydi. Belki yüzyılın ortalarına değin gök mekaniği, hidrodinamik, esneklik ve sürekli ve süreksiz ortamların titreşimleri gibi konular, mesleki matematiksel araştırmanın özeğini oluşturmuştu. Yetmiş beş yıl sonra, bunlar "uygulamalı matematik"e dönüşmüştü; diyeceğim, disiplin için temel olan "salt matematik"in daha soyut sorunlarından, statüsü daha düşük ve genelde onlardan ayrı bir alan oluşmuştur. Gök mekaniği ve hatta elektromanyetik kuram gibi konular üstüne dersler, matematik fakültesi üyelerince kimi zaman hâlâ verilmekte ise de, bunlar artık yardımcı derslerdi, konuları da artık matematiksel düşüncenin sınırı üstünde değildi.[26] Matematik ve fizik bilimle-

---

25 Everett Mendelssohn, "The Emergence of Science as a Profession in Nineteenth-Century Europe', Karl Hill, Ed., *The Management of Scientists* (Boston, 1964).

26 1920'li yıllarda İngiltere, Fransa ve Birleşik Devletler'de matematik ile matematiksel fiziğin ilişkisi konusuyla ilgili anımsamalar, Kuvantum Fiziği Tarihine ayrılmış çeşitli arşivlerde saklanan, Leon Brillouin, E. G. Kemble ve N. F. Mott'la yapılmış mülâkatlarda bulunmaktadır. Bu kimseler üstüne bilgi edinmek için, bak: T. S. Kuhn, J. L. Heilbron, P. F. Forman ve Lini Allen'in *Sources for History of Quantum Physics: An Invertory and Report* (Philadelphia, 1976).

rindeki araştırmalar arasında böylece doğmuş olan ayrılık, hem kendi başına ve hem de fizik bilimlerinin ilerlemesi üzerinde yapmış olduğu etki bakımından daha ileri bir incelemeyi gerektirmektedir ivedilikle. İki yönden doğrudur bu; çünkü bu etki, değişik ülkelerde değişik yollarla ve değişik oranda olmuştur; ulusal ek ayrımların gelişiminde, tartışılması aşağıda yapılacak bir etkendir bu.

Bu denemede ele alınan konularla özellikle ilgili, üçüncü bir değişiklik türü, ondokuzuncu yüzyılın ilk çeyreğinde, birçok Bacon'cı çalışma alanının dikkati çekecek hızla ve tam olarak matematikleştirilmesidir. Günümüzde artık fiziğin konusunu oluşturan maddeler arasında yalnız mekanik ile hidrodinamik, 1800'den önce ileri matematiksel yetenekler gerektirmişti. Başka bir alanda geometri, trigonometri ve cebir öğeleri tamamiyle yeterli bulunuyordu. Yirmi yıl sonra Laplace, Fourier ve Sadi Carnot'un çalışması, ısının incelenmesi için yüksek matematiği esas olarak almıştı; Poisson ile Ampère elektrik ile manyetizma konusunda aynı şeyi yapmışlardı; Jean Fresnel de, hemen arkasından gelenlerle birlikte, optik bilimi çalışma alanlarında benzeri bir etkide bulunmuştu. Modern fiziğinki gibi bir kimliği olan bir meslek de, salt yeni matematiksel kuramları birer model gibi kabul ettiği için, bilimlerden biri olmuştu... Günyüzüne çıkışı, daha önceleri klâsik ve Bacon'cı bilimleri birbirinden ayırmış olan, hem kavramsal hem de kuramsal engellerin azaltılmasını gerektirmişti.

Bu engeller durup dururken niçin azaltılmıştı sorunu, daha çok araştırma isteyen bir sorundur. Ama yanıtın büyük bir bölümü, onsekizinci yüzyıl boyunca ilgili alanların iç gelişiminde yatmaktadır kuşkusuz. 1800'den sonra çok hızla matematikleştirilen nitel kuramlar, ancak 1780'lerde ve sonrasında varlık kazanabilmişlerdir. Fourier kuramı özgül ısı kavramını ve ısı ile sıcaklık kavramlarının tutarlı ve dizgeli ayrılmasını gerektirmişti. Laplace ile Carnot'nun ısıl kuramına katkıları, yüzyılın sonunda adiabatik ısıtmanın bilinmesini gerektiriyordu ayrıca. Statik elektrik ile manyetizma kuramının matematikselleştirilmesinde Poisson'un öncülüğü, Coulumb'un çoğu sadece 1790'larda yayınlanmış olan daha önceki çalışmalarıyla olanak kazan-

mıştı.[27] Elektrik akımları arasındaki etkileşimin Ampère tarafından *matematikleştirilmesi*, kuramının işlediği etkileri bulgulamasıyla aynı zamanda gerçekleşmişti. Özellikle elektriksel ve ısısal kuramın matematikleştirilmesinde, matematiksel teknikteki gelişmeler de bir rol oynamıştı. Optikteki dışında belki 1800 ile 1825 arasında, daha önce deneysel alanı tümüyle matematikselleştiren bildiriler, matematikselleştirmenin patlaması başlamadan iki onyıl önce yazılamazdı.

İlk olarak Bacon'cı alanların iç gelişmesi, 1800'den sonra matematiğin nasıl işe karıştırıldığını açıklayamayacaktır yine de. Yeni kuram sahiplerinin adları da hemen *göstermektedir ki*, matematikselleştirmeye ilk başlayanlar, hep Fransızdı. Başlangıçta çok az bilinen George Green ile Gauss'un bildirilerindeki bir yana bırakılırsa, 1840'lardan önce bu tür bir şey görülmemişti; diyeceğim, İngilizler ve Almanlar, bir kuşak önce Fransızların ortaya koymuş olduğu örneği benimseyip uygulamaya geçten geçe başladığında. Bu erken başlayan Fransız liderliğinin en başta gelen nedeni, kurumsal ve bireysel etkenlerdir belki. İlkin Nollet ve sonra Monge'un, Mézières'teki *Ecole du génie'* de (İstihkâm Okulu'nda – ç.n.) *physique expérimentale* (deneysel fizik – ç.n.) öğretmenliğine atanmasıyla, 1760'larda çok yavaştan başlayarak, Bacon'cı konular Fransız askeri mühendislerinin öğretimine karışıyordu giderek daha çok.[28] Bu hareket, 1790'larda, *Ecole polytechnique'* in kurulmasıyla doruğuna varmıştı; bu yeni öğrenim kurumunda öğrenciler sadece *arts mécaniques* (mekanik sanatlar – ç.n.) ile ilgili klâsik konularla değil, yanı sıra kimya, ısı incelemesi ve daha başka konularla da karşılaşıyorlardı. Daha önceki deney alanlarından matematiksel kuramlar üretenlerin hepsinin ya *Ecole polytechnique* öğretmeni ya da

---

[27] Fizik bilimini matematikselleştirme probleminin çeşitli yanları, Kuhn'un "Modern Fizik Biliminde Ölçümün İşlevi"nde, *Isis* 52 (1961): 161-93 (ss. 178-224 ve aşağısı) ele alınmıştır ve klâsik ve Bacon'cı bilimler arasındaki ayrılık ilk kez baskıya girmiştir. Öbürleri de Tobert Fox'ın *The Caloric Theory of Gases from Lavoisier to Regnault* (Oxford, 1971)'sunda bulunabilecektir.

[28] Konuyla ilgili bilgi, René Taton'un "L'école royal du génie de Mézières"inde bulunabilir: R. Taton, ed., *Enseignement et diffusion des sciences en France au XVIII^e siècle* (Paris, 1964) ss. 559-615.

öğrencisi olması, bu yüzden bir rastlantı değildir. Dahası, bunların çalışmalarıyla tutulmuş olan yolun doğrultusu için, Newton'un matematiksel fiziğinin matematiksel-olmayan konulara yayılmasında, Laplace'ın büyük liderliğinin etkisi çok olmuştu.[29]

Çoğu hem karanlık ve hem de tartışmalı nedenlerden ötürü yeni matematiksel fiziğin uygulanması yaklaşık 1890'dan sonra Fransa'da hızla gerilemişti. Bu, bir kesimiyle, Fransız biliminin canlılığındaki genel gerilemeden ileri geliyordu; ama bu konuda çok daha önemli bir rolü, matematiğin geleneksel öncelliğinin yeniden öne sürülmesi oynamıştı; çünkü, yüzyılın ortasından sonra fiziğin somut çalışmalarından çok uzaklaşmıştı. 1850'den sonra fizik, incelmiş deneye bağlı olmasına karşın, her yönden matematikselleştiği için, Fransız katkıları bir yüzyıl boyunca, kimya ve matematik gibi daha önce karşı karşıya getirilebilir alanlarınkine denk düşmeyen bir düzeye düşmüştü.[30] Fizik, öbür bilimlerden farklı olarak, klâsik ve Bacon'cı ayrılığını birleştirecek sağlam bir köprünün kurulmasını istiyordu.

Ondokuzuncu yüzyılın ilk çeyreğinde Fransa'da başlamış olan (şey), bundan böyle başka yerde, ilkin Almanya'da ve 1840'tan sonra İngiltere'de yeniden yaratılacaktır. Her iki ülkede, artık beklenebileceği gibi, varolan kurumsal biçimler, ilkin, bir yandan deneyde ve öte yanda matematikte yetenekli uygulayıcılar arasında kolay bir iletişime bağlı bir alanın işlenmesini önlüyorlardı. Almanya'nın tümüyle özel olan başarısının

---

[29] R. Fox, "The Rise and Fall of Laplacian Physics", *Historical Studies in the Physical Sciences* 4 (1976): 89-136; R. H. Silliman, "Fresnel and the Emergence of Physics as a Discipline", agy. ss. 137-62.

[30] Bu konu üstüne hem ilgili bilgi ve hem de dağınık literatüre yol gösterici bilgi R. Fox'un "Scientific Enterptise and the Patronage of Research in France, 1800-70"inde bulunabilir: *Minerva* II (1973): 442-73; H. W. Paul, "La science Française de la seconde partie du XIX.e siècle vue par les auteurs anglais et américains", *Revue d'histoire des sciences* 27 (1974): 147-63. Ama yine unutmayınız ki, her ikisi de öncelikle bir bütün olarak Fransız bilimlerinde öne sürülen bir çöküşle, Fransız fiziğinin çöküşünden belki tamamen ayrı ama kesinlikle daha az göze batan bir etki ile ilgilidir. Fox ile yapılmış olan konuşmalar benim kanılarımı güçlendirdi ve bu sorunlar üstüne saptamalarımı hazırlamakta bana yardımcı oldu.

bir kesimi –yirminci yüzyılda fizikteki kavramsal dönüşümlerde Almanların oynadığı üstün rolle belgelenmişti–, Neumann, Weber, Helmholtz ve Kirchhoff gibi insanların yeni bir disiplin yarattıkları ve burada deneycilerle matematiksel kuramcıların uygulamacıları olarak elele verdikleri yıllarda, Alman öğrenim kurumlarının hızlı gelişmesinden ve tutarlı kıvraklığından ileri gelmiş olmalıdır.[31]

Yüzyılımızın ilk on yıllarında Alman modeli dünyanın geri kalanına giderek daha çok yayıldı. Durum böyle olunca, matematiksel ve deneysel fizik bilimleri arasındaki eski bölünme, giderek daha görünmez oldu ve şimdilerde nerdeyse yok olmuş gibidir. Ancak, başka bir bakış açısından, –ayrı ayrı çalışma alanları arasındaki bir konumdan, fiziğin kendi içine, diyeceğim, hem bireysel ve hem de mesleki gerginliklerin bir kaynağını sağlamayı sürdürdüğü bir yere sürülmüş olarak betimlenirse– belki çok daha doğru olacaktır. Bana kalırsa, fizik kuramı günümüzde her yerde matematiksel olduğu içindir ki, kuramsal ve deneysel fizik çok farklı girişimler gibi görünmektedir; öyle ki, nerdeyse hiç kimse her ikisinde de üstün başarı göstermeyi ummamaktadır. Deney ve kuram arasında bu türden bir ikili çatallanma, kimya ya da biyoloji gibi alanları belirginleştiremez; çünkü bunlarda kuram, özü bakımından, daha az matematikseldir. Kimbilir belki de bu yüzden, matematiksel ve deneysel bilimler arasındaki ayrılık, insan anlığının özyapısına hâlâ kök salmış durumda bulunmaktadır.[32]

---

[31] Russel McCormmach, "Yayıncının Önsözü", *Historical Studies in the Physical Sciences* 3 (1971): ix-xxiv.

[32] Daha başka sık sık belirtilen ama yine de pek az araştırılmış olan görüngüler de bu ayrılık için ruhbilimsel bir temele dokundurmaktadırlar. Birçok matematikçi ve *kuramsal* fizikçi tutkulu bir biçimde müziğe ilgi duydular ve karıştılar, öyle ki kimileri bir bilimsel meslek ile bir müzik mesleği yaşantısı arasında seçme yapmakta büyük güçlükle karşılaştı. Deneysel fizik de içinde olmak üzere deneysel bilimler içinde böylesine geniş ölçüde yaygın işe karışma görülmemiştir hiç (sanırım müzikle açıkça bir ilişkisi olmaksızın öbür disiplinlerde de), ne var ki müzik, ya da onun bir kesimi, bir zamanlar matematiksel bilimler kümesinin bir üyesiydi, asla deneysel bilimler kümesinin bir üyesi olmamıştı. Ayrıca, fizikçilerce sık sık belirtilmiş olan ince bir ayrımın daha ileri bir incelenmesi de

belki aydınlatıcı olacaktır: diyeceğim, "matematiksel" fizikçi ile "kuramsal" fizikçi arasındaki ayrım. Bunların ikisi de çok matematik kullanır, hem de çoğun aynı problemlerle. Ne var ki birincisi fizik problemini sanki kavramsal biçimde saptanmış gibi alma (karşılama) ve ona uygulama için güçlü matematiksel teknikler geliştirme eğilimini gösterir; ikincisi ise daha çok fiziksel olarak düşünür, bu problemin tasarlanmasını elinin altındaki çoğun daha sınırlı matematiksel araçlara uyarlar. İlk taslağımda yardımcı olarak yorumlarına kendimi borçlu duyduğum Lewis Pyenson, bu ayrı tutmanın evrimi üstüne ilginç düşünceler geliştirmiş bulunmaktadır.

4

Eşzamanlı Bulgulamaya Bir Örnek Olarak Enerjinin Korunumu

Critical Problems in the History of Science (Madison: University of Wisconsin Press, 1959), ss. 321-56.

1842 ile 1847 arasında enerjinin korunumu varsayımı, birbirinden çok uzakta, dört Avrupa bilim adamınca dünya kamuoyuna duyurulmuştu – birbirinden habersiz olarak çalışmışlardı büsbütün nerdeyse.[1] Rastlantı apaçık ortada olsa da, bu dört duyuru,

---

[1] J. R. Mayer, "Bemerkungen über die Kräfte der Unbelebten Natur", *Kimya ve Eczacılık Annalı*, cilt 42 (1842). Ben J. J. Weyrauch'un güzel koleksiyonundaki yeni baskısını kullandım; *Die Mechanik der Wärme in gesammelten Schriften von Robert Mayer*, (Stuttgart, 1893), ss. 23-30. Bu cilt aşağıda Weyrauch, I diye geçmiştir. Aynı yazarın buna eşlik eden cildi, *Kleinere Schriften und Briefe von Robert Mayer* (Stuttgart, 1893), Weyrauch, II diye geçmiştir.

James P. Joule, "On the Calorific Effects on Magneto-Electricity and on the Mechanical Value of Heat", *Phil. Mag.*, Cilt 23 (1843). Ben *The Scientific Papers of James Prescott Joule* (London, 1884), ss. 123-59'daki versiyonu kullandım. Bu cilt aşağıda Joule, *Papers* diye geçecek.

L. A. Colding, "Undersögelse on de almindelige Naturkraefter og deres gjensidige Afhaengighed og isaerdeleshed om den ved visse faste Legemers Gnidning udviklede Varme", *Dansk. Vid. Selsk.* 2 (1851): 121-46. Bu bildirinin bir çevirisini hazırlamış olduğu için Bayan Kirsten Emilie Hedebol'a teşekkürlerimi sunarım. Yayınlanmamış orijinalinden onun çok daha tam olduğu muhakkaktır; Colding bu orijinali 1843'de Royal Society of Denmark'a okumuştu ve bu çeviri ondan daha fazla bilgiyi içermektedir. Ayrıca bak., L. A. Colding, "On the History of the Principle of the Conservation of Energy", *Phil. Mag.* 2 (1864): 56-64.

H. von Helmholtz, *Ueber die Erhaltung der Kraft. Eine physikalische Abhandlung* (Berlin, 1847). Ben burada, *Wissenschaftliche Abhandlungen von*

somut nicel uygulamalarla formülasyonun genelliğinin birleşmesinde sadece, biricik idiler. 1832'den önce Sadi Carnot, 1839'da Marc Séguin, 1845'de Karl Holtzman ve 1854'de G. A. Hirn, elbirliğiyle, ısıyla işin nicel olarak birbirine dönüşebileceği ile ilgili kişisel inançlarını kaydetmişler ve dönüşüm katsayısı ya da eşdeğeri için bir değer hesaplamışlardı.[2] Isı ile işin

---

Hermann Helmholtz (Leipzig, 1882), 1: 12-75'deki açıklamalı ikinci baskısını kullandım. Bu takım aşağıda Helmholtz, *Abhandlungen* diye geçmektedir.

[2] Korunum varsayımı üstüne Carnot'un metni, 1824'de muhtırasının yayınlanması ile 1832'de ölümü arasında yazılmış olan not defterinde dağınık bir biçimde bulunmaktadır. Notların en güvenilir metni, E. Picard, *Sadi Carnot, biographie et manuscript* (Paris, 1927)'dir. Çok uygun bir kaynak da Carnot'nun *Reflexions sur la puissance motrice du feu* (Paris, 1953) başlıklı yapıtının ikinci baskısına yapılan ektir. Bu notlardaki gerecin Carnot'nun, ünlü *Réflexions* adlı yapıtındaki ana savla hiç bağdaşmadığı görüşünde olduğuna da dikkat. Gerçekten, bu savın ana çizgileri kurtarılabilirdi, ama, hem anlatımında ve hem de türetiminde bir değişiklik gerekmekte idi.

Marc Séguin, *De l'influence des chemins de fer et de l'art de les construire* (Paris, 1839), ss. XVI, 380-96.

Karl Holtzmann, *Über die Wärme und Elasticität der Gase und Dämpfe* (Mannheim, 1845). Ben burada *Taylor's Scientific Memoirs* 4 (1846): 189-217'de W. Francis'in çevirisini kullandım. Holtzmann ısının kalorik kuramına inandığı ve monografisinde onu kullandığı için, enerjinin korunumunu bulgulayanların listesinde yer alması garip karşılanacak bir adaydır. Ayrıca o yine bir gazı sıkıştırmada harcanmış olan aynı iş çokluğunun, gazda aynı ısı artışını her zaman ısıl bir yolla ortaya koyması gerektiğine de inanıyordu. Bunun sonucu olarak, Joule'ün ilk hesaplamalarından birini katsayı yapmıştı ve çalışması da bu yüzden, termodinamik üstüne ilk yazı yazanlarca, kendi kuramlarının önemli bir maddesini içermekte imiş gibi sık sık söylenmiştir. Enerji korunumunun herhangi bir yanını, kuramı bizim bugün belirlediğimiz gibi, Holtzmann'ın kavramış olduğu pek söylenemez. Ama eşzamanlı bulgulamanın bu incelenmesinde, çağdaşlarının yargısı bizimkinden daha tutarlıdır. Bunların birçoğuna Holtzmann korunum kuramı evrimine etkin bir biçimde katılmış gibi görünmektedir.

G. A. Hirn, "Etudes sur les principaux phénomènes que présentent les frottements médiats, et sur les diverses manières de déterminer la valeur mécanique des matières employées au graissage des machines", *Bulletin de la société industrielle de Mulhouse* 26 (1854): 188-237; ve "Notice sur les lois de la production de calorique par les frottements médiats", agy., ss, 238-77. 1854'de "Etudes"leri yazdığında, Hirn'in, Mayer, Joule, Helmholtz, Clausius ve Kelvin'in çalışmasından hiç haberi olmadığına inanmak güçtür. Ama bildirisini okuduktan sonra, ("Notice"de sunulan) bağımsız bulgulama savını bütünüyle inandırıcı

birbirine çevrilebilmesi, enerji korunumunun özel bir durumudur sadece elbet; ama, bu ikinci küme duyurularda eksik olan genellik, dönemin literatüründe başka yerde de karşımıza çıkmaktadır. 1837 ile 1844 arasında C. F. Mohr, William Grove, Faraday ve Liebig elbirliğiyle olaylar dünyasını tek bir "kuvvet"in, diyeceğim, elektriksel, termal, dinamik ve daha birçok biçimlerde görülebilen, ama tüm dönüşümlerinde asla yaratılamayan ya da yok edilemeyen[3] bir kuvvetin sadece bir dışavurumu gibi

---

buluyorum. Standart tarihlerin hiçbiri bu makalelere değinmediğine göre ya da hatta Hirn'in savının varlığını bile kabul etmediğine göre, onun dayandığı temeli kısaca özetlemek burada yerinde olur.

Hirn'in araştırması, çeşitli motor yağlarının bağıl etkililiğini, mil yatağında bir basınç işlevi, uygulanan dönme momenti vb. olarak ele alıyordu. Hiç de umulmayacak bir yolla, ya da onun söylediğine göre, ölçümleri şunu gösteriyordu: "Ara boşluklu sürtünme (diyeceğim, yağlama maddesiyle birbirinden ayrılmış olan iki yüzey arasındaki sürtünme) ile geliştirilmiş olan saltık kalori niceliği, bu sürtünmenin soğurduğu mekanik işle doğrudan doğruya ve yalnızca orantılıdır. Ve eğer işi bir metre yüksekliğe kaldırılmış kilogramlarla ve kalorik niceliği de kalorilerle anlatmak istersek, bu iki sayının oranının çok yaklaşık olarak 0.0027 olduğunu (370 kg.m./Cal.ye karşılık olduğunu) görürüz; hız ile ısı ne olursa olsun, ve yağlama maddesi de ne olursa olsun" (s.202). Hemen hemen 1860'a değin Hirn, karışık yağlı maddeler yasasının geçerliliği üstüne ya da yağlamanın bulunmayışında kuşkular taşıyordu (özellikle bak. *Recherches sur l'équivalent mécanique de la chaleur* (Paris, 1858, s. 83.) Ama bu kuşkulara karşın onun çalışması, ondokuzuncu yüzyıl ortasının enerji korunumunun önemli bir bölümüne giden yollardan birini sergiler yine açık bir şekilde.

[3] C. F. Mohr, "Ueber die Natur der Wärme", *Zeit. f. Phys.* 5 (1837): 419-45; ve "Ansichten über die Natur der Wärme", *Ann. d. Chem. u. Pharm.* 24 (1837): 141-47.

William R. Grove, *On the Correlation of Physical Forces: Being the Substance of a Course of Lectures Delivered in the London Institution in the Year 1843* (London, 1846). Grove, bu ilk baskıda, verilmiş olan konferanslardan bu yana hiçbir yeni gereç getirmediğini söyler. Daha sonraki ve daha kolayca yaklaşılabilir baskılar, daha sonraki çalışmalarının ışığı altında büyük ölçüde yeniden gözden geçirilmiştir.

Michael Faraday, *Experimental Researches in Electricity* (London, 1844) 2: 101-4. Bunun bir parçası olan özgün "Seventeenth Series" 1840 Mart'ında Royal Society'de okunmuştu.

Justus Liebig, *Chemische Briefe* (Heidelberg. 1844), ss. 114-20. Grove'unkiyle olduğu gibi, bu çalışmayla da, enerji korunumunun bilimsel bir yasa olduğu ta-

betimliyorlardı. İşte bu kuvvet dedikleri şey, daha sonraki bilim adamlarınca enerji diye bilinecektir. Bilim tarihi, eşzamanlı bulgulama diye bilinen olay üstüne bundan daha çarpıcı bir örnek gösterememiştir.

Kısa bir zaman dilimi içinde enerji kavramının ve korunmasının temel yanlarını kendi başına kavramış olan on iki adama daha önce de değinmiştik. Oysa bu sayı çoğaltılabilirdi, ama bunun da bir yararı olmazdı.[4] Şimdi bu çokluk 1850'den

---

nındıktan sonra yayınlanmış baskılara getirilmiş olan değişikliklerden haberdar olunabilir.

[4] Vargılarımdan birkaçı, çalışma için seçilmiş adlarla ilgili özel bir listeye bağlı olduğundan, seçim yolu üstüne birkaç sözcük söylemek gerekiyor. Ben, çağdaşlarınca ya da hemen arkalarından gelen ardıllarınca, enerji korunumunun önemli bir yanına bağımsız olarak varabildiği düşünülen insanların hepsini listeye almaya çalıştım. Bu gruba Carnot ile Hirn'i de ekledim; çünkü, bunların çalışması, eğer bilinmiş olsaydı, bu doğrultuda görülebilirdi kesinlikle. Fiili bir etkilerinin bulunmaması, bu araştırmanın bakış açısından yerinde değildir.

Bu çalışma yöntemi on iki addan oluşan şimdiki listeyi verdi, ama sadece dört ad daha bulunduğunu biliyorum bu listede yer verilmesi gereken: von Haller, Roget, Kaufmann ve Rumford. P. S. Epstein'ın coşkulu savunmasına karşın (*Textbook of Thermodynamics,* New York, 1937, ss. 27-34), von Haller'in bu listede yeri yok. Atardamarlarda ve damarlarda sıvı sürtünmesinin bedene ısı kattığı fikri, enerji korunumu fikrinin bir bölümünü oluşturmaz. Isının sürtünmeyle üretimini açıklayan herhangi bir kuram, von Haller'in görüşünü açıklar. Sonsuza değin sürüp giden devinimin olanaksızlığını, galvanizmin temas kuramına karşı çıkarmak yolunda (27. nota bak.) kullanmış olan Roget için daha iyi kanıtlar getirebilirdi. Ben onu atlayıp geçtim, bunun da tek sebebi, onun, kanıtlamayı genişletmenin olanaksızlığından haberdar olmayışı ve görüşlerinin, onları genişleten Faraday'ın çalışmasında yinelenmiş olmalarıdır.

Hermann von Kaufmann'ı listeye almak gerekiyordu belki. Georg Helm'e bakılırsa, onun çalışması Holtzmann'ınkiyle (*Die Energetik nach ihrer geschichtlichen Entwickelung,* Leipzig, 1898, s. 64) özdeştir. Ama ben Kaufmann'ın yazılarını göremedim ve Holtzmann'ın durumu zaten kuşkulu bir şeydir, dolayısıyla listeyi uzatmamak daha iyi geldi bana. Rumford'a gelince, onun durumu hepsininkinden çetin; aşağıda belirteceğim gibi, 1825'den önce, dinamik ısı kuramı yandaşlarını enerjinin korunumu yasasına götürmüyordu. Yüzyılın ortasına değin, hiçbir zorunlu ya da hatta olası bağlantı yoktu iki takım fikir arasında. Ama Rumford bir dinamik kuramcısından daha ötedeydi. Şöyle de demekteydi: "Dinamik kuramından zorunlu olarak şu çıkacaktır ki, evrendeki etken kuvvetlerin toplamı daima sabit kalmalıdır" (*Complete Works,* London, 1876, 3: 172) ve bu da enerjinin korunumu gibi görünüyordu. Belki de öyledir.

önceki iki onyılda, Avrupa bilimsel düşüncesi havasının, yeni fikirli bilim adamlarını önemli bir yeni doğa görüşüne yönlendirebilecek öğeler taşıdığını yeterince anlatmaktadır. İşte bunların etkisi altında bulunan insanların yapıtları içinde, bu öğelerin seçilip ortaya konması eşzamanlı bulgulama üstüne birşeyler söyleyebilir bize. Giderek, "Bilimsel bir bulgulama, zamanına uygun olmalıdır" ya da "Zaman olgunlaşmalıdır" gibi, açık olsa da toptan anlamsız basit sözlere bir öz de kazandırabilir. Ama sorun netamelidir. Eşzamanlı bulgulama denilen olayın kaynaklarının bir ilk saptanması, işte bu yüzden, bu bildirinin asıl hedefi olmaktadır.

Ama bu hedefe doğru yönelmeden önce, "eşzamanlı bulgulama" sözcük kümesinin üstünde kısaca durmamız gerekmektedir. Bizim araştırmakta olduğumuz olayı yeterince betimlemekte midir o? İdeal eşzamanlı bulgulama durumunda iki ya da daha fazla kişi, aynı zamanda ve birbirinin çalışmasından haberli olmaksızın, aynı şeyi ilk kez bildirirler; ama, enerjinin korunması görüşünün gelişimi sırasında, uzaktan bile olsa, böyle bir şey hiç görülmemiştir. Eşzamanlılığa aykırılıklar ve karşılıklı etkileşim, ikincil olarak kalmaktadır. Buna karşılık, bizim adamlarımızdan ikisi kalkıp aynı şeyi söylemez asla. Bulgulama döneminin sonuna yaklaşıncaya değin, bildirilerinden pek azı ayrı ayrı tümcelerde ve paragraflarda alıntılanabilecek, bölük pörçük benzerliklerden öte bir şey göstermez. Sözgelimi, Mohr'un ısı üstüne dinamik kuramının savunmasını, elektrik motorunun iç sınırları üstüne Liebig'in tartışmasına benzetebilmek için, ustaca bir alıntı yapmak gerekir. Enerjinin korunumu öncülerince yazılmış olan bildirilerde birbiriyle çakışan pasajların bir diyagramı, bitmemiş bir sözcük bulmacasına benzer.

Ama öyleyse eğer, Rumford onun öneminden büsbütün habersiz görünmektedir. Yapıtlarında başka yerde uygulanmış ya da yinelenmiş bir saptama bulamıyorum. Dolayısıyla, *vis viva'* nın korunumuyla ilgili onsekizinci yüzyıl teoreminin Fransız izleyiciler karşısında elverişli, kolay bir yankısı gözüyle bu tümceye bakma eğilimindeyim. Daha önce hem Daniel Bernoulli ve hem Lavoisier, hem Laplace bu teoremi dinamik kuramına uygulamışlardı ve enerjinin korunumuna benzer bir şey elde edememişlerdi. Rumford'un onlardan daha çok şey gördüğünü varsayabilmek için bir sebep bilmiyorum ben de.

Bereket, temel ayrımları kavrayabilmek için herhangi bir diyagrama gerek yoktur. Séguin ve Carnot gibi kimi öncüler yalnız özel bir enerji korunumu durumunu tartışmışlardı ve bu iki insan çok farklı yaklaşımlar göstermişlerdi. Mohr ve Grove gibi daha başkaları, genelgeçer bir korunum ilkesini bildiriyorlardı; ama, ileride göreceğimiz gibi, onların o bitip tükenme bilmeyen "kuvvetler"ini ölçebilmek için yapmış oldukları kimi girişimler, bu kuvvetin somut anlamına kuşku düşürüyordu. Yalnız, daha sonra olup bitenlere bakıldığında şöyle denebilir: Bütün bu parça parça bildirimler bile, doğanın hep aynı yanına eğilmektedir.[5] Sonra, bu değişik doğrultulu bulgulamalar sorunu; formülasyonları açık bir biçimde tamamlanmış o bilim adamlarıyla da sınırlı değildi. Mayer, Colding, Joule ve Helmhotz, enerjinin korunumu bulgulamalarıyla ilgili olarak genelde veri-

[5] Bu da öncülerin, okudukları zaman bile, birbirlerinin yapıtlarından niçin böyle çok az yararlanmış gibi görünmelerini çok iyi açıklayabilir. Bizim on iki insanımız aslında tam olarak bağımsız değildi. Grove ile Helmholtz Joule'ün yapıtını tanıyorlardı ve ona 1843 ve 1847'deki bildirilerinde değiniyorlardı (Grove, *Physical Forces*, ss. 39-59); Helmholtz, *Abhandlungen*, I: 33, 35, 37, 55). Öte yandan Joule de Faraday'ın çalışmasını biliyor ve ona değiniyordu (*Papers*, s.189). Liebig, Mohr ile Mayer'in adını anmamış olsa da, onların yapıtını tanımış olmalıydı, çünkü o kendi gazetesinde yayınlanmıştı (Ayrıca G. W. A. Kahlbaum, *Liebig und Friedrich Mohr, Briefe*, 1834-1870-Braunschweig, 1897, bak Liebig'in Mohr kuramı üstüne bilgisi için). Çok olasıdır ki daha kesin yaşamöyküsel bilgiler daha başka karşılıklı-bağımlılıkları ortaya koyacaktır ayrıca.

Ama bu karşılıklı-bağımlılıklar, en azından tanılanabilenler, önemsizmiş gibi görünmektedirler. 1847'de Helmholtz hem Joule'ün vardığı sonuçların genelliğinden ve hem de bunların kendisininkiyle büyük ölçüde örtüşmesinden haberli değilmiş gibi görünmektedir. Nitekim Joule'ün yalnız deneysel buluşlarına değinir ve bunları çok seçmeli ve eleştirel bir yolla yapar. Yüzyılın ikinci yarısının öncellik tartışmalarına değin, Helmholtz ne ölçüde öncellenmiş olduğunun farkına varmamış gibi görünür. Joule ile Faraday arasındaki bağıntı için aynı şey geçerlidir çoğun. Faraday'dan Joule örneklemeler almıştır, esin almamıştır. Liebig'in durumu daha aydınlatıcı olabilir. Sırf konuyla ilgili örnekleme sağlamadıkları ve hatta aynı konuyu ele alıyor gibi görünmedikleri için, Mohr ile Mayer'e değinmek istememiştir. Öyle görünüyor ki, bizim enerjinin korunumunun ilk yandaşları adını verdiğimiz kimseler, aynı şeylerden söz ettiklerinin tam farkına varmaksızın, birbirlerinin çalışmalarını zaman zaman okuyabilmişlerdir. Bu yüzden, onların birçoğunun farklı mesleki ve düşünsel ard-alanlardan yazmış olmaları, birbirlerinin yazılarını görmekteki seyrekliği de açıklayabilir.

legelen tarihlerde, aynı şeyi söylemiyorlardı. Joule'ün 1843'de bildirmiş olduğu bulgulamanın, 1842'de Mayer'in yayınlamış olduğundan[6] farklı olduğu üstüne daha sonra öne sürdüğü iddia, bir *amour propre'* dan (özsaygı – ç. n.) öte bir şeye dayanır. O yıllarda, bunların bildirilerinin önemli çakışma yerleri vardı ama, Mayer'in 1845 tarihli kitabı ve Joule'ün 1844 ile 1847'deki yayınları kuramlarını büyük ölçüde eş-uzamlı yapıncaya dek bu çakışma yoktu.[7]

Uzatmayalım, "eşzamanlı bulgulama" sözcük kümesi, bu bildirinin asıl sorununa işaret etmekle birlikte, sözcüğü sözcüğüne ele alındığı anda onu yine açıklamaz. Enerji korunumu kavramlarıyla tanışık tarihçilere bile, öncüler aynı şeyi iletmezler. Zaman zaman birbirlerine de çoğun asla bir şey iletmezler. Yapıtlarında gördüklerimiz gerçekte enerji korunumuyla ilgili eşzamanlı bulgulama değildir. Daha çok, adı geçen kuramın kısa yoldan oluşturduğu deneysel ve kavramsal öğelerin hızlı ve çoğun düzensiz bir biçimde yüze çıkmasıdır. Yalnız bizi ilgilendiren de bu öğelerdir. Onların niçin orada bulunduğunu biliriz: Çünkü enerji korunmuş*tur;* doğanın davranış biçimi budur. Ama bu öğelerin niçin birdenbire anlaşılır ve tanınabilir olduklarını bilemeyiz. Bu bildirinin ana sorunu da işte budur. 1830-50 yıllarında enerji korunumunun tam anlatımı için gerekli bunca deney ve kavram, niçin bilimsel bilincin yüzeyine bu denli yakın bulunmaktadır?[8]

---

[6] J. P. Joule, "Sur l'équivalent mécanique du calorique", *Comptes rendus* 28 (1849): 132-35. Ben Weyrauch, II, ss. 276-80'de ikinci baskıyı kullandım. Bu sadece birinci top atışıdır öncellik tartışmasında, ama tartışmanın ne üstüne olacağını da şimdiden gösterir. İki (ve ikiden fazla) farklı anlatımdan hangisi enerji korunumu ile eşitlenecektir?

[7] J. R. Mayer, *Die organische Bewegung in ihrem Zusammenhange mit dem Stoffwechsel* (Heilbronn, 1845), Weyrauch I, ss. 45-128. 1843 ile 1847 arasında Joule'ün bildirilerinin çoğu: "Havanın Seyreltilmesi ve Yoğuşturulması Yoluyla Meydana Getirilen Sıcaklık Değişiklikleri Üstüne" (1845) ve "Madde, Canlı Kuvvet ve Isı Üstüne" (1847) dir: *Papers,* ss. 172-89, 265-81.

[8] Bu formülasyonun her gün karşılaşılan metne göre büyük bir üstünlüğü vardır en azından. "Gerçekte enerji korunumunu ilk bulan kimdir?" sorusunu içermez ya da ortaya koymaz. Bir yüzyıllık boşuna çekişmenin de göstermiş ol-

Bu soru, tek tek öncülerin yaptıkları o özel bulgulamaları yapmaya zorlayan, sayısı neredeyse belirsiz etkilerin tümünün bir listesinin çıkarılmasını istemek gibi karşılanabilirdi kolayca. Böyle yorumlandığında, onun vereceği bir yanıt yok demektir, en azından tarihçinin verebileceği bir yanıt. Yalnız tarihçi başka bir tür yolla bir yanıt arayabilir. Öncülerin ve çağdaşlarının yapıtlarına düşünsel bir dalışla, alt-kümeden kimi etkenleri ortaya çıkarabilir ve bunlar ötekilerden daha önemli görülebilirler; sık sık karşılaşılmaları, döneme özgüllükleri ve bireysel araştırma üzerindeki bağlayıcı etkileri dolayısıyla.[9] Literatürle bu derinden tanışmam, şimdiye değin kesin yargılara asla izin vermemiştir. Ama, bu gibi iki etkenden tam güven içindeyim,

---

duğu gibi, enerji korunumunun tanımında uygun bir genişletme ya da sınırlama, öncüllerin nerdeyse herhangi birini şampiyonluk kupasıyla ödüllendirecektir ve onların aynı şeyi bulgulamalarını da ayrıca ekleyecektir.

Bu formülasyon ayrıca ikinci bir olmayacak soruyu da engeller, "Faraday (ya da Séguin, Mohr ya da öbür öncülerden herhangi biri, isteyerek) enerji korunumu görüşünü gerçekten kavramış mıdır, sezgi yoluyla da olsa? Öncüler listesine gerçekten girmekte midir? Bu soruların akla yakın bir yanıtı yoktur, yanıtlayıcının beğenisi çerçevesinde olmak dışında. Ama beğeni nasıl bir yanıt dikte ederse etsin, Faraday (ya da Séguin, vb.) enerji korunumunun bulgulanmasına yol açan kuvvetler konusunda yararlı bir kanıt sağlar.

[9] Bu ölçüt, ama özellikle ikincisi ile üçüncüsü, bu incelemenin yönelişini hemen açık olamayacak bir tarzda belirlerler. Dikkati önkoşullardan enerji korunumunun bulgulanmasına ve eşzamanlı bulgulamaya sebep olan kışkırtıcı-etkenler denilen şeye doğru çevirirler. Sözgelimi, aşağıdaki sayfalar, bütün öncüllerin kalorimetrenin kavramsal ve deneysel öğelerini büyük ölçüde kullandıklarını ve bunlardan çoğunun da Lavoisier ile onun çağdaşlarının çalışmasından türemiş olan yeni kimyasal görüşlere bağlı olduklarını gösterecektir. Bilimlerdeki bu ve daha başka gelişmeler, herhalde, enerji korunumu, bildiğimiz gibi, daha bulgulanmadan önce meydana gelmişti. Bununla birlikte, ben bu gibi öğeleri belirtik bir biçimde aşağıda ayırıp göstermedim, çünkü, onlar öncüleri öncüllerinden ayırt edermiş gibi görünmüyorlardı. Eşzamanlı bulgulamadan birkaç yıl önce hem kalorimetre ve hem de yeni kimya bütün bilim adamlarının ortaklaşa mülkiyeti olduğu için, öncülerin çalışmasını kışkırtan dolayımsız uyaranlar sağlayamamışlardı. Bulgulama önkoşulları olarak bu öğeler kendi başlarına bir ilgi ve önem taşırlar. Ama üzerinde yapılacak inceleme, bu bildirinin yönelmiş olduğu eşzamanlı bulgulama sorununu pek fazla aydınlatmayacaktır herhalde. (Bu not, sözlü sunumu izlemiş olan tartışma sırasında ortaya çıkan problemlere yanıt olarak özgün elyazmasına eklenmiştir.)

bir üçüncüsünün bulunduğundan da kuşkulanırım. İzin verirseniz ben bunları "dönüşüm süreçlerinin elde edilebilirliği", "makinalara ilgi" ve "doğa felsefesi" diye adlandıracağım ve sırayla inceleyeceğim.

Dönüşüm süreçlerinin elde edilebilirliği 1800'de pilin Volta tarafından bulgulanmasından kaynaklanan bulgu akışının sonucudur en başta. En azından, Fransa ile İngiltere'de çok yaygınlaşmış galvanizm kuramına göre, elektrik akımı da kimyasal ilgi kuvvetleri zararına kazanılmıştır ve bu dönüşüm, bir zincir içinde sadece bir ilk halka olduğunu ortaya koymuştur. Elektrik akımı da şaşmaz bir biçimde ısı üretiyordu ve, uygun koşullar altında,[10] ışık da üretiyordu. Şimdi, elektroliz yoluyla, akım, dönüşümler zincirini tam bir çembere çevirerek, kimyasal ilgi kuvvetlerini alt edebiliyordu. Volta'nın çalışmalarının ilk ürünleriydi bunlar; daha çarpıcı başka dönüşüm bulgulamaları, 1820'den sonra on beş yıl boyunca[11] sürüp gitmişti. O yıl Oersted bir akımın manyetik etkilerini ortaya koymuştu; böylece manyetizma da devinim yaratabiliyordu ve devinim de sürtünme yoluyla elektrik üretebilir diye biliniyordu uzun süredir. Başka bir dönüşüm zinciri böylece kapanmıştı. 1822'de Seebeck iki-metalli bir bağlantıya uygulanmış olan ısının doğrudan doğruya bir akım meydana getireceğini gösterdi. On iki yıl sonra Peltier, akımın zaman zaman soğukluk yaratarak ısı soğurabileceğini tanıtmak yoluyla, bu çarpıcı dönüşüm örneğini tersine çevirdi.

---

[10] Faraday, galvanizmin kimyasal ve kontak kuramlarının yandaşları arasında önemli tartışmanın gelişmesi konusunda az bulunan ve yararlı bilgiler vermiştir. (*Experimental Researches*, 2: 18-20) Onun açıklamasına göre, kimyasal kuram en azından 1825'den beri Fransa ve İngiltere'de başat konumdadır, buna karşılık kontak kuramı, 1840'da Faraday yazdığında, Almanya ile İtalya'da hâlâ başat durumda idi. Kontak kuramının Almanya'da başat durumda olması, hem Mayer'in ve hem de Helmholtz'un enerjinin dönüşümleri üstüne açıklamalarında pili âdeta şaşırtıcı bir biçimde ihmal etmelerini açıklar mı acaba?

[11] Aşağıdaki bulgulamalar için, bak. Sir Edmund Whittaker, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, C.I, *The Classical Theories*, 2. Bas. (London, 1951), ss. 81-84, 88-89, 1790-71, 236-37. Oersted'in bulgusu için bak. R. C. Stauffer, "Persistent Errors Regarding Oersted's Discovery of Electromangnetism", *Isis* 44 (1953): 307-10.

1831'de Faraday'ın bulduğu indükleme akımları, çok ilginç olmakla birlikte, ondokuzuncu yüzyıl biliminin aslında belirgin niteliği olan bir olaylar sınıfında yalnızca başka bir öğe olmaktan öte bir şey değildi. 1822'den sonraki on yılda, fotoğrafçılığın ilerlemesi başka bir örnek daha sağlamıştı ve Melloni'nin ışığı yayılan ısıyla özdeşleştirilmesi, açıkça çok değişik iki doğa görünümü arasındaki temel bağlantı ile ilgili uzun süredir beslenen kuşkuyu değiştirdi.[12]

1800'den önce de kimi dönüşüm süreçleri olanak kazanmıştı elbet. Devinim elektrostatik yükler ortaya koymuştu ve bunun sonucu olarak meydana gelen çekmeler ve itmeler de devinime yol açmaktaydı. Statik üreteçler (jeneratör) zaman zaman kimyasal reaksiyonlar meydana getiriyorlardı; hem ışık ve hem ısı üreten kimyasal tepkimeler ve çözülmeler de bunlar arasındaydı.[13] Buhar makinasıyla koşuma alınan ısı, devinim yaratabiliyor ve devinim de öte yandan sürtünme ve çarpma yoluyla ısı üretiyordu. Ne var ki, onsekizinci yüzyılda bunlar tek tek birer olaydı: Bilimsel araştırmaya çok azının büyük bir katkısı olduğu söylenebilir; bunlar da çeşitli gruplarca incelenmiştir. Yalnız 1830'dan sonraki on yıllık dönemde, ondokuzuncu yüzyıl bilim adamlarınca hızlı bir ardışıklık içinde bulgulanmış olan daha başka birçok örnekler, giderek daha iyi sınıflandırıldıklarında, dönüşüm süreçleri gibi görünmeye başladılar.[14] O sıralarda bilim adamları, laboratuvarda çeşitli kimyasal, ısıl, elektriksel, manyetik ya da dinamik olaylardan başka tipteki olaylara ve ayrıca optik olaylarına geçiyorlardı ister istemez. Birbirinden daha önce ayrı ayrı ele alınan problemler birçok karşılıklı ilişkiler kazanıyorlardı; 1834'de Mary Sommerville'in halk için yaz-

---

[12] F. Cajori, *A History of Physics* (New York, 1922), ss. 158, 172-74. Grove ilk fotoğrafik süreçleri özel bir sorun yapar (*Physical Forces*, ss. 27-32). Mohr Melloni'nin çalışmasına (*Zeit. f. Phys.* 5 (1837: 419) büyük vurgu yapar.

[13] Statik elektriğin kimyasal etkileri için bak. Whittaker, *Aether and Electricity*, 1: 74, n. 2.

[14] Tek ayrık durum anlamlıdır ve aşağıda uzunlamasına tartışılmıştır. Onsekizinci yüzyıl boyunca buhar makinalarına, arada bir koruyum aygıtları gözüyle bakılıyordu.

dığı ünlü bilim kitabına *Fizik Bilimlerinin Aralarındaki Bağlantı Üstüne* başlığını verdiği yılda, kafasında bulunanlar bunlardı. Kitabının önsözünde şöyle diyordu: "Özellikle son beş yıl içinde modern bilimin ilerlemesi, (bugüne değin bilimin) birbirinden ayrı olarak bulunan dallarını birleştirme eğilimiyle dikkati çekmiştir... böyle bir birlik bağı vardır, öyle ki, öbürleri üstüne bir bilgi olmaksızın, herhangi bir dalda ustalığa erişilemez."[15] Bayan Sommerville'in saptaması fizik biliminin 1800 ile 1835 arasında kazanmış olduğu "yeni bakış açısını" ortaya koyar. Bu yeni bakış açısı, kendisini meydana getiren bulgulamalarla birlikte, enerji korunumunun günyüzüne çıkması için büyük bir önkoşul olduğunu göstermiştir.

Ne var ki, açık olarak belirlenmiş tek bir laboratuvar olgusunu değil de, sırf "bir bakış açısı" ortaya koymuş olduğu için, dönüşüm süreçlerinin elde edilebilirliği alabildiğine çeşitli yollarla enerji dönüşümünün gelişimine girer. Faraday ile Grove, birlikte ele alınan dönüşüm süreçlerinin oluşturduğu bütün şebeke üstüne araştırmadan, korunuma çok yakın bir fikri gerçekleştirmişlerdi. Onlara göre korunum, Bayan Sommerville'in yeni "bağlantı" diye betimlediği olgunun tıpı tıpına ussallaştırılmasıydı bir çeşit. C. F. Mohr'da öte yandan *korunum* fikrini çok farklı, nerdeyse metafiziksel denebilecek bir kaynaktan çıkarmaktaydı[16]. Ama, ilerde de göreceğimiz gibi, Mohr'un ilk anlayışı, o bu fikri yeni korunum süreçleri çerçevesinde açıklığa kavuşturup savunmaya kalkıştığı için, *enerji* dönüşümü gibi görünebilmiştir ancak. Mayer ile Helmholtz başka bir yaklaşım ortaya koymuşlardı. Korunum anlayışlarını, çok iyi bilinen eski olaylara uygulamakla işe başlamışlardı. Ancak, kuramlarını yeni bulguları kuşatacak kerte genişletinceye değin Mohr ve Grove gibi kimselerle aynı kuramı geliştirmemişlerdi. Carnot, Séguin, Holtzmann ve Hirn'den oluşan başka bir grup yeni dönüşüm

---

[15] Mary Sommerville, *On the Connexion of Physical Sciences* (London, 1824), sayfa numarası konmamış önsöz.

[16] Mohr'un yaklaşımını Grove'ün ve Faraday'ınkinden ayırt etme nedenleri aşağıda incelenecektir (84. notta). Eşlik eden metin "kuvvet" korunumu üstüne Mohr'un kanısının olası kaynaklarını ele alacak.

süreçlerinden büsbütün habersizdi. Ve eğer Joule, Helmholtz ve Colding gibi kişiler bu buhar mühendislerinin uğraştıkları ısıl olayların yeni dönüşüm dizilerinin tamamlayıcı bölümleri olduklarını göstermemiş olsalardı, enerji korunumunun bulgulayıcıları olmazlardı.

Bu ilişkilerin çeşitliliğini ve karmaşıklığını açıklayan güzel bir sebep var sanıyorum. Önemli bir anlamda, daha sonra sınırlamak isteyecek biri olsa da, enerji korunumu, ondokuzuncu yüzyılın ilk dört onyılında bulunan laboratuvar dönüşüm süreçlerinin kuramsal kopyasından daha az olan bir şey değildir. Her laboratuvar dönüşmesi, kuramda, enerji biçiminde bir dönüşüme karşılık olur. Dolayısıyla, ilerde de görüleceği gibi, Grove ile Faraday laboratuvar dönüşümleri takımından da korunum türetebilmişlerdir. Ancak kuram, yani enerji korunumu ile laboratuvar dönüşüm süreçlerinin ilk şebekesi arasındaki büyük eşbiçimlilik, bütün şebekenin ele alınmasıyla işe başlamak zorunluluğu olmadığını göstermektedir. Sözgelimi Liebig ile Joule, tek bir dönüşüm sürecinden yola çıkmışlar ve bilimler arasındaki bağlantı tarafından bütün şebekeye yöneltilmişlerdir. Mohr ile Colding metafiziksel bir düşünce ile işe başlamışlar ve şebekeye uygulamak yoluyla onu dönüştürmüşlerdi. Kısacası, sırf ondokuzuncu yüzyıl bulgulamaları daha önce bilimin ayrı ayrı bölümleri arasında bir bağlantı(lar) şebekesi oluşturmuş olduğu için, hem tek tek ve hem de toptan çok değişik yollarla kavranabilmişler ve yine aynı sonal sonuca yönelmişlerdir. Sanırım bu durum, bunların öncülerin araştırmasına bu denli değişik yollarla niçin girdiklerini de açıklayacaktır. Daha önemlisi, öncülerin yapmış olduğu araştırmaların, çıkış noktalarının çeşitliliğine karşın, sonunda niçin ortaklaşa bir sonuca yönelmiş olduğunu da açıklayacaktır. Bayan Sommerville'in bilimler arasında yeni bağlantılar adını verdiği şeyin, çoğun, değişik yaklaşımları ve bildirimleri tek bir bulguya bağlayan halkalar olduğu ortaya çıkmaktadır.

Joule'ün araştırmalarının bir bölümü, dönüşüm süreçleri şebekesinin enerji korunumunun deneysel gerekçesini gerçekte nasıl belirttiğini ve böylece değişik öncüler arasında temel halkaları nasıl kurduğunu da açık bir biçimde gösterir. 1838'de

Joule ilk kez yazdığında, geliştirilmiş elektrik motorları dizaynıyla her şeyi bir yana bırakıp uğraşması, Liebig dışında tüm öbür enerji korunumu öncülerinden onu ayırıyordu. Ondokuzuncu yüzyıl bulgulamasından doğmuş olan birçok yeni sorundan sadece biri üzerinde çalışıyordu. 1840 yıllarında, iş ve "görev" çerçevesinde dizgeli motor hesapları, Carnot, Séguin, Hirn ve Holtzman[17] gibi buhar mühendislerinin araştırmalarına bir halka eklemekteydi. Ancak 1841 ile 1842'de, diyeceğim, Joule motor dizaynı konusunda cesaretini yitirip, bunun yerine, motorları devindiren bataryalarda köklü bir iyileştirme yolunu aramak zorunda kaldığında, bu bağlantılar yok olup gitti. Şimdi artık o kimyada yeni bulgulara ilgi duyuyordu ve galvanizm konusunda kimyasal süreçlerin oynadığı yol üstüne Faraday'ın görüşüne adamakıllı kafasını takmıştı. Buna ek olarak bu yıllardaki araştırması da, bulanık metafiziksel varsayımları[18] örnekleyebilmek için, Grove ile Mohr'un seçmiş olduğu birçok dönüşüm sürecinin iki tanesine çevrilmiş olan şey üzerinde odaklanmıştı. Öbür öncülerin çalışmasıyla bağlantılar da sayıca her gün durmadan artıyordu.

1843'de piller üstüne yapmış olduğu ilk çalışmalarda bir yanılgının ortaya çıkışıyla harekete geçen Joule, motor ve mekanik iş kavramını yeniden ortaya attı. Buhar mühendisliğiyle kurulan halka böylece yerleşmişti ve aynı zamanda Joule'ün bildirileri de ilk kez enerji bağıntıları üstüne araştırma[19] gibi okunmaya başlamıştı. Ne var ki 1843'de bile enerji korunumuna ben-

---

[17] Joule'ün *Papers*'lerinde (ss. 1-53) ilk on bir madde her şeyden çok ilkin motorların ve sonra da elektromanyetlerin iyileştirilmesiyle ilgilidir ve bu maddeler de 1838-41 dönemini karşılar. Motorların mühendislik kavramları çerçevesinde, yani iş ve "hizmet" çerçevesinde dizgeli bir biçimde değerlendirilmeleri, 21-25, 48. sayfalarda geçmektedir. İş ve onun eşdeğeri kavramını Joule'ün neşren ilk kullanımı için bak. s. 4.

[18] Joule'ün pillerle, ama daha özel olarak da pillerle elektrik ısısı üretimiyle çalışması *Papers*'lerdeki (ss. 53-123) beş büyük katkıya egemendir. Joule'ün motor dizaynındaki düş kırıklığıyla pillere yönelmiş olduğu şeklindeki benim saptamam bir kestirimdir, ama son derece olası görünmektedir.

[19] 1. nota bak. Joule'ün enerjinin korunmasını bildirmiş olduğunu genellikle söylemiş olduğu sayfa budur.

zerlik tam değildi. Yalnız 1844-47 yılları içinde Joule daha başka yeni bağlantılara da inmiş olduğundan, kuramı Faraday, Mayer ve Heltmholtz[20] gibi çok değişik kişilerin görüşlerini gerçekten içermekteydi. Joule, yalıtılmış tek bir sorundan yola çıkarak, ondokuzuncu yüzyılın yeni bulguları arasındaki bağlantı dokusunun büyük bir kesiminin elinde olmadan izini sürmüştü. Böyle yapmış olduğu için de çalışması öteki öncülerin çalışmalarına daha da çok bağlanmıştı ve sadece bu tür bağlantılardan birçoğu ortaya çıktığında, kendi bulgusu da enerjinin korunumuna benzemişti.

Joule'ün çalışması göstermektedir ki, enerji korunumu tek bir dönüşüm sürecinden yola çıkarak ve şebekeyi izleyerek bulgulanabilmiştir. Ama, daha önce de belirtmiş olduğumuz gibi, dönüşüm süreçlerinin enerji korunumunun bulgulanmasını etkilediği tek yol da bundan ibaret değildir. Sözgelişi, C. F. Mohr ilk korunum kavramını, galiba, yeni dönüşüm süreçlerinden bağımsız bir kaynaktan sağlamış ve daha sonra fikirlerine açıklık kazandırabilmek için, yeni bulgulardan yararlanmıştır. 1839'da, dinamik ısı kuramının uzun ve çoğun tutarsız savunmasının sonuna doğru, Mohr şöyle patlayıvermiştir birden: "Bilinen 54 kimyasal elementten başka yalnız bir tek eyleyici vardır nesneler dünyasında ve bunun adı da kuvvettir; devinim, kimyasal ilgi, kohezyon, elektrik, ışık, ısı ve manyetizma gibi değişik biçimlerde görünebilir o da; bu tipten olayların herhangi birinden ötekilerin her biri oluşturulabilir."[21] Enerjinin korunumu bilgisi, bu tümcelerin anlamına bir açıklık kazandırmaktadır. Ama, böyle bir bilgi bulunmadığında, Mohr'un deneysel örnekler için iki sistematik sayfa açmaya hemen yönelmiş olması dışında, nerdeyse anlamsız kalacaklardır. Deneyler, elbette yukarda listesi verilen yeni ve eski dönüşüm süreçleriydi, liste başındakiler yenilerdi ve Mohr'un kanıtlamasında esas idiler. Onun konusunu yalnız onlar açıklar ve Joule'ünkülerle yakın benzerliklerini de ortaya koyarlar.

Mohr ile Joule dönüşüm süreçlerinin enerji korunumunu

---

[20] 7. nota bak.

[21] *Zeit. F. Phys.* 5 (1837): 442.

bulgulayanları etkileyebileceği yollardan ikisini gösterirler. Ama, Faraday ile Grove'un çalışmalarından getirdiğim son örneğin de göstereceği gibi, bunlardan başka bir yol artık yok demek değildir bu. Faraday ile Grove, Mohr'unkilere çok benzeyen sonuçlar elde etmiş olsalar da, bu sonuçlara götüren yollar, aynı ani sıçramaların hiçbirini içermez. Mohr'dan farklı olarak, kendi araştırmalarında daha önce alabildiğine incelemiş oldukları deneysel dönüşüm süreçlerinden, enerjinin korunumunu doğrudan doğruya türetmiş gibi görünürler. Yolları sürekli olduğundan enerji korunumunun yeni dönüşüm süreçleriyle eşbiçimliliği yapıtlarında olduğu gibi kendini gösterir.

1834'de Faraday, kimya ve galvanizmde yeni bulgular üstüne beş konferansını, "Kimyasal İlgi, Elektrik, Isı, Manyetizma ve Maddenin Öbür Güçleri Arasındaki Bağıntılar" üstüne bir altıncı konferansla bağladı. Notları, bu son konferansın özünü şu sözlerle vermektedir: "(Bu güçlerden) herhangi birinin öbürlerinin nedeni olduğunu söyleyemeyiz, ama yalnız hepsinin birbiriyle bağlantılı olduğunu ve ortaklaşa bir nedenden geldiğini ileri sürebiliriz." Bu bağlantıyı örnekleyebilmek için Faraday sonra, "bu 'güçlerden' herhangi birinin bir ötekinden üretilmesi ya da birinin bir ötekine çevrilmesi"[22] üzerine deneysel ispatlama yaptı. Grove'un açımlaması da buna koşut görünüyor. 1842'de, "Fizik Biliminin İlerlemesi Üstüne"[23] diye ilginç bir başlığı olan bir konuşmasında, Faraday'ınkilerle nerdeyse özdeş sayılabilecek bir saptama yaptı. Ertesi yıl, bu yalıtık saptamayı, *Fiziksel Kuvvetlerin Bağlantısı Üstüne* başlıklı ünlü konferans dizilerinde genişletti. "Bu denemede saptamaya çalıştığım konum" diyor, "Isı, Işık, Elektrik, Manyetizma, Kimyasal İlgi ve Devinim gibi ölçüye tartıya gelmeyen değişik eyleyicilerin her-

---

[22] Bence Jones, *The Life and Letters of Faraday* (London, 1870), 2: 47.

[23] *A Lecture on the Progress of Physical Science since the Opening of London Institution* (London, 1842). Başlık sayfası 1842 tarihli olsa da, tarihin hemen arkasından ("Not Published – Yayınlanmamış") notu gerekmektedir. Gerçek baskının ne zaman olduğunu bilmiyorum, ama yazarın bir önsöz saptaması, metnin de konferans verildikten kısa bir süre sonra yazıldığını göstermektedir.

hangi biri ... bir kuvvet olarak, başka(larını) üretebilir ya da başkalarına çevrilebilir; böylece, ısı, dolayımlı ya da dolayımsız olarak elektrik üretebilir, elektrik de ısı üretebilir; geri kalanlar için de durum aynıdır."[24]

Doğa güçlerinin evrensel birbirine dönüşebilirlik görüşü işte budur ve, açık olmak gerekirse, bu da korunum kavramıyla bir değildir. Ama geriye kalan aşamaların çoğu küçük ya da apaçıktır.[25] Aşağıda tartışılacak olan biri dışında hepsi, evrensel dönüşebilirlik kavramına, neden ile sonucun eşitliği ya da sürgit devinim olanaksızlığı ile ilgili, her zaman işe yarayan, felsefi klişeler uygulayarak ele alınabilir. Çünkü herhangi bir güç, herhangi bir başkasını meydana getirebilir *ve onun tarafından da meydana getirilebilir*; neden ve sonuç eşitliği, her güç çifti arasında düzgün, nicel bir eşdeğerlilik ister. Böyle bir eşdeğerlilik yoksa eğer, o zaman, doğru dürüst seçilmiş bir dönüşüm dizisi, güç yaratısıyla sonuçlanır; diyeceğim, sürgit bir devinimle sonuçlanır.[26] Tüm dışavurumlarında ve dönüşümlerinde, gücün korunması gerekir. Bunun gerçekleşmesi de ne birden oldu, ne hepsi için tam olarak oldu, ne de kusursuz bir mantıki kesinlikle oldu. Ama oldu işte.

Peter Mark Roget 1829'da, dönüşüm süreçleri üstüne genel bir görüşe sahip olmadığı halde, hiç yoktan bir güç yaratmak anlamına geldiği için, Volta'nın galvanizm üstüne temas kuramının karşısına çıkmıştı.[27] Öte yandan, Faraday da bağımsız olarak 1840'da kanıtlamayı yineledi ve hemen geneldeki dönüşümlere uyguladı. "Elimizde birçok süreç var," diyordu, "bunlarla gücün biçimi o denli değişebilir ki, birinin öbürüne açıkça *dönüşmesi* oluşabilir... Ama, hiçbir durumda... salt bir

---

[24] *Physical Forces*, s. 8.

[25] Geri kalan aşamaları "apaçık" diye nitelememin sebepleri, bu bildirinin son paragraflarında verilmiştir (32. nota bak).

[26] Kesin söylersek, bu türeme yalnız tüm enerji dönüşümleri tersinir olursa ancak (ki değildirler) geçerli olur. Ancak bu mantıki eksiklik öncülerin gözünden tümüyle kaçmıştır.

[27] P. M. Roget, *Treatise on Galvanism* (London, 1829). Ben sadece Faraday'ca yapılmış olan alıntıyı gördüm, *Experimantal Researches*, 2: 103, n. 2.

kuvvet yaratısı olmaz; diyeceğim, kendisini ortaya koyacak bir şeyin buna karşılık kendi tükenişi olmaksızın bir güç üretimi."[28] 1842'de Grove, statik manyetizmadan bir elektrik akımı oluşturmanın olanaksızlığını tanıtlayabilmek üzere, kanıtlamayı bir kez daha aklından geçirdi ve ertesi yıl onu daha da genelleştirdi.[29] Şöyle yazıyordu o zaman: "Isı, elektrik vb. olacak tarzda devinimin alt-bölümlere ayrılması ya da karakterini değiştirmesi doğru olsaydı eğer; şu sonuç doğardı bundan: Dağılan ve değişen kuvvetleri toplayıp, onları yeniden dönüştürdüğümüzde, aynı nicelikte maddeyi aynı hızla etkileyen başlangıç devinimini yeniden üretmemiz gerekirdi, daha başka kuvvetlerle meydana getirilen madde değişikliği için de geçerlidir bu."[30] Bilinen dönüşüm süreçleri üstüne Grove'un sonuna değin giden tartışması bağlamında, bu alıntı, enerji korunumunun nicel bileşenlerinin nerdeyse tam anlatımıdır. Dahası, Grove neyin gözden kaçırıldığını biliyordu. "Fizik kuvvetlerin bağlılaşıklığı konusunda çözülmesi gereken büyük sorun," diye yazıyordu, "onların eşdeğerli güçlerini ya da belli bir standarda göre ölçülebilir bağıntılarını kurmaktır."[31] Dönüşüm olayları bilim adamlarını, enerji korunumu bildirimi doğrultusunda daha ileriye taşıyamazdı.

Grove'un durumu, bu dönüşüm süreçleri tartışmasını nerdeyse tam bir daireye çeviriyor. Verdiği konferanslarda enerjinin korunumu, ondokuzuncu yüzyıl laboratuvar bulgularının dosdoğru kuramsal karşılığı gibi görünmektedir ve ben de işte bu görüşten yola çıkıyorum. Ama şurası da gerçektir ki, öncülerden sadece iki kişi bulgulardan, enerji korunumu üstüne görüşlerini fiilen türetmişti. Ancak, böyle bir türetme olanağı bulunduğundan ötürü de, öncülerden her biri, dönüşüm süreçlerinin bulunmasından kesin bir yolla etkilenmişti. Bunlardan altısı, araştırmaların daha başında iken yeni bulguları ele almıştı. Bu bulgular olmasaydı, Joule, Mohr, Faraday, Grove, Liebig ve Col-

---

[28] *Experimental Researches*, 2: 103.

[29] *Progress of Physical Science*, s. 20.

[30] *Physical Forces*, s. 47.

[31] *Agy*, s. 45.

ding'in bizim listemizde yeri olmazdı.[32] Öteki altı öncü, daha karışık ama aynı derecede önemli olan bir yolla, dönüşüm süreçlerinin önemini ortaya koymuşlardı. Mayer ile Helmholtz, yeni bulgulara dönmekte geç kalmışlardı; ama dönünce de hemen aynı listeye, ilk altıya âdeta aday olmuşlardı. Carnot, Séguin, Hirn ve Holtzmann aralarında en ilgi çekenlerdir. Bunların hiçbiri, yeni dönüşüm süreçlerine değinmemişti bile. Ne var ki katkıları, hep karanlık olmakla birlikte, daha önce incelediğimiz[33] kimselerce işlenmiş, daha büyük bir şebeke içinde toplanmamış olsalardı, tarihin sayfaları arasından uçup giderdi. Dönüşüm süreçleri, deneysel bir çalışmayı yönetmediklerinde, çoğun, bu çalışmaların alımlanmasını yönetmişlerdir. Elde edilebilir olmadıklarında da, eşzamanlı bulgulama sorunu hiç var-olmayabilmiştir. Çok farklı görünüyordu o kesinlikle.

Ne var ki Grove ile Faraday'ın dönüşüm süreçlerinden çıkardıkları görüş, günümüzde bilim adamlarının enerji korunumu dedikleri şeyle özdeş değildir ve gözden kaçırılan öğenin önemi de küçümsenemez. Grove'un *fizik kuvvetleri* enerji korunumu üstüne bilim adamı olmayanların görüşünü belirtir. Genişletil-

---

[32] Bunun Colding için doğru olduğundan emin değilim, özellikle yayınlanmış 1843 yılı bildirisini görmediğim için. 1851 yılı bildirisi (1. not) nin ilk sayfaları birçok dönüşüm süreci örneği içermektedir ve böylece Mohr'un yaklaşımını anımsatmaktadırlar. Ayrıca Colding Oersted'in bir *protegé*'si idi, ünü de asıl elektromanyetik dönüşümleri bulgulamasından ileri geliyordu. Öte yandan, Colding'in belirtik bir yolla değindiği dönüşüm süreçlerinin çoğu da onsekizinci yüzyılda başlıyordu. Colding'in durumunda ben dönüşüm süreçleri ile metafizik arasında daha önceden bağlar bulunmasından kuşku duyuyorum. (84. nota ve eşlik eden metne bak.) Çok olasıdır ki, bunların hiçbiri, onun düşüncesindeki gelişimde ne mantıki, ne de ruhbilimsel olarak daha köklü görülmeyecektir.

[33] Carnot'un notları 1872'ye değin yayınlanmıştı ve sonra da sadece önemli bir bilimsel yasanın öncellemelerini içerdikleri için yayınlandı. Séguin 1839 yılındaki kitabında ilgili sayfalara dikkat çekmişti. Hirn güven istemek zahmetine girmemişti, ama yalnız 1854 yılı bildirisine intihal yapmayı yadsıyan bir not bağlamıştı. Bildiri, bir mühendislik gazetesinde yayınlanmıştı ama, bir bilim adamınca değinildiğini hiç görmedim. Holtzmann'ın bildirisi, karanlık olmayışıyla ayrıksı bir durumdur. Ancak başkaları enerji korunumunu bulgulamamış olsalardı, Holtzmann'ın muhtırası, Carnot'un muhtırasının genişletilmiş bir değişkesi gibi görülebilirdi yine, çünkü o temelde tam da böyleydi. (2. nota bak.)

miş ve yeniden gözden geçirilmiş biçimiyle, o, yeni bilimsel yasanın[34] en etkili ve aranılan popülarizasyonlarından biridir. Ancak bu rol yalnızca Joule'ün, Mayer'in, Helmholtz'un çalışmasından sonra gerçekleşmiştir ve bunların ardıllarının yapıtı, kuvvetlerin bağlılaşıklığı anlayışı için nicel bir tam alt-yapı sağlamıştır. Enerji korunumu üstüne matematiksel ve sayısal bir çalışma yapmış olan bir kimse, böyle bir alt-yapı olmadığında, Grove'un kendisini tanıtacak birşeyleri olup olmadığını düşünebilecektir herhalde. Çeşitli fizik kuvvetlerin "belli bir ölçütle ölçülebilir bir bağıntı"sı, bildiğimiz gibi, enerji korunumunda esaslı bir öğedir ve ne Grove, Faraday, Roget, ne de Mohr, bunu ele alma gücünü göstermiştir.

Başlıca düşünsel donanımları yeni dönüşüm süreçleriyle ilgili görüşler olan bu öncüler için enerjinin korunumunun ölçülmesi, gerçekte, başedilmez bir güçlük olmuştu. Grove, kimyasal ilgi ve ısıyla ilgili[35] Dulong ve Petit yasasında, nicelleştirme için bir ipucu bulunduğunu sanmıştı. Mohr, suyun sıcaklığını bir derece yükseltmek için kullanılan ısıyı, aynı suyu sıkıştırıp ilk hacmine getirmek için gerekli statik kuvvetle eşitlendiğinde[36], *nicel bir bağıntı kurduğuna inanıyordu.* Mayer başlangıçta, kuvveti, üretmiş olduğu momentle[37] ölçüyordu. Bu rasgele yardımların hepsi boşunaydı ve nitekim bu gruptan yalnız Mayer onları aşabilmişti. Bunun için de ondokuzuncu yüzyıl biliminin çok farklı bir yanıyla ilgili; diyeceğim, daha önce makinalara değinirken gönderme yapmış *olduğum ve varlığını şimdi Sa-*

---

[34] 1850 ile 1875 arasında Grove'un kitabı İngiltere'de altı kez, Amerika'da üç kez, Fransa'da iki kez ve Almanya'da bir kez daha basıldı. Gözden geçirilen noktalar epeyce çoktu, ama ben sadece ikisini biliyorum. Isı üstüne ilk tartışmada (ss. 8-11), Grove, sadece mikroskopik devinime *dönüşmediği* ölçüde makroskopik devinim ısı olarak görünür diyordu. Elbet buna ek olarak Grove'un bir iki hesaplama girişimi de büsbütün çizgi dışında kalıyordu (Aşağıya bak.)

[35] *Physical Forces,* s. 46.

[36] *Zeit. f. Phys.* 5 (1837): 422-23.

[37] Weyrauch, II, ss. 102-5. 1841'de Poggendorf'a gönderilmiş, ama Mayer'in ölümüne değin yayınlanmamış, "Ueber die quantitative und qualitative Bestimmung der Kräfte" başlıklı ilk bildirisindedir bu. İkinci bildirisini yazmadan önce (ilk yayınlanacak olan budur), Mayer birazcık daha fizik öğrenmişti.

nayi Devriminin çok iyi bilinen bir yan ürünü olarak kesinleşmiş olarak gördüğüm bir yanıyla ilgili kavramları kullanmak zorunda kalmıştı. Bilimin bu yanını incelediğimizde, enerji korunumunda nicel formülasyon için gerekli –özellikle mekanik etki ya da iş– kavramların ana kaynağını buluruz. Buna ek olarak, enerji korunumuyla o denli yakından bağlı birçok deney ve nicel görüşle karşılaşacağız ki, bunlar toplu olarak, ona giden bağımsız ve ikinci bir yola çok benzeyen bir şeyi sağlamaktadır.

İş kavramını ele alarak işe başlayalım. Bu konunun tartışılması, enerji korunumundan temellenen nicel görüşlerin kaynakları konusunda daha bildik bir görüş üstüne birkaç temel saptamak için bir fırsat sağladığı kadar, konuyla ilgili bir artalan da verecektir. Enerjinin korunumu ile ilgili tarihler ya da tarih-öncelerinin büyük bir bölümü, dönüşüm süreçlerinin ölçülmesinde kullanılan modelin, onsekizinci yüzyılın başından itibaren hemen hemen, *vis viva*'nın[38] korunumu olarak bilinen dinamik teoremi olduğunu anlatır. Dinamik bilimi tarihinde bu teoremin seçkin bir yeri vardır ve ayrıca o enerji korunumunun özel bir durumunda olmaktadır. Bir model de olabilirdi o. Ama onun bu yolla yapmış olduğu yaygın izlenim, sanırım insanı yanıltmaktadır. *Vis viva*'nın korunumu, Helmholtz'un enerji korunumunu türetmesinde önemli bir rol oynuyordu ve aynı dinamik teoreminin özel bir durumu (serbest düşme) son çözümlemede Mayer'e çok yararlı olmuştu. Ne var ki, bu adamlar da, genel olarak ondan ayrı ikinci bir gelenekten önemli öğeler almışlardı –su, rüzgâr öğelerini ve buhar mühendisliğini– ve bu gelenek, enerji korunumunun nicel bir değişkesini ortaya çıkarmış olan beş öncünün çalışmasında çok önemli bir yer tutmuştu.

Bunun böyle olmasının bir nedeni vardır kuşkusuz. *Vis Viva*, mv^2'dir, diyeceğim, hızın karesiyle kütlenin çarpımıdır. Ama son zamanlara değin bu nicelik, Carnot, Mayer ve Helmholtz dışında hiçbir öncünün çalışmasında görünmemiştir. Bir grup

---

[38] Enerji korunumunun birçok tarihöncesinin her şeyden önce öncellemeler listeleri oldukları ve bunun da özellikle çoğun *vis viva* üstüne ilk literatürde görüldüğünü söylemek daha belgin olacaktır.

olarak öncüler devinim enerjisine pek ilgi duymuyorlardı; temel bir nicel ölçüm olarak onu kullanmaktan bile zayıftı bu ilgi. Kullandıkları, en azından başarılı olanlarda, kuvvetin uzaklıkla çarpımı, *f.s* idi; diyeceğim, mekanik etki, mekanik güç ve iş adları altında değişik bir biçimde bilinen bir nicelikti. Ne var ki, bu nicelik, dinamik literatüründe bağımsız bir kendilik olarak geçmez. Daha açık söylersek, 1820'ye değin Fransız (ve de sadece Fransız) literatürü, makinalar ve sanayi makinaları kuramı olarak, bu gibi konular üstüne bir dizi kuramsal çalışmayla birden zenginleşinceye değin, orada da pek geçmiş değildir. Bu yeni kitaplar işi bağımsız, kavramsal, önemli bir kendilik yapmışlar ve açıkça *vis viva'* ya bağlamışlardı. Ama kavram bu kitaplar için bulunmuş değildi. Tersine, kullanımının genellikle hem *vis viva'* dan ve hem de onun korunumundan büsbütün bağımsız olduğu, yüzyıllık bir mühendislik uygulamasından alınmıştı. Mühendislik içindeki bu kaynak, enerji korunumu öncülerinin istediği ve ayrıca onlardan birçoğunun kullandığı tek şeydi.

Bu sonucu belgeleyebilmek için başka bir bildiriye gerek vardır; ama şimdi onun kendilerinden türemiş olduğu görüşleri belirteyim ilkin. 1743'e değin *vis viva'* nın korunumunun geneldeki dinamik önemi, onun iki çeşit özel soruna uygulanmasından alınmış olmalıdır: Esnek çarpışma ve zorunlu düşme.[39] Kuvvetle uzaklığın çarpımının birinciyle hiçbir ilgisi yoktur, çünkü esnek çarpışma *vis viva'* yı sayısal olarak korur. Sözgelimi, daha başka uygulamalarda, bachistochrone ve isochronous sar-

---

[39] Erken onsekizinci yüzyıl literatürü, metafizik bir kuvvet olarak görülen *vis viva* korunumuyla ilgili birçok genel anlatımı içerir. Bu formülasyonlar aşağıda kısaca tartışılacaktır. Şimdilik hemen şunu belirtelim ki, bunlardan hiçbiri dinamik biliminin teknik sorunlarına uygulanmaya elverişli değildir. Ve biz de burada bu formülasyonlarla ilgileniyoruz. Hem dinamik ve hem de metafiziksel formülasyonlar üstüne güzel bir tartışma, A. E. Haas'ın *Die Entwicklungsgeschichte des Satzes von der Erhaltung der Kraft'* ında (Vienna, 1909) bulunmaktadır, genellikle en tam ve çok güvenilir enerji korunumu tarih-öncesi. Daha başka yararlı ayrıntıları da Hans Schimank'ın, "Die geschichtliche Entwicklung des Kraftbegriffs bis zum Aufkommen der Energetik," *Robert Mayer und das Energieprinzip*, 1842-1942, H. Schimank ve E. Pietsch (Berlin, 1942) baskısında bulunabilir. Bu iki yararlı ve az tanınmış yapıta dikkatimi çektiği için Profesör Erwin Hiebert'e teşekkür borçluyum.

kaçta, korunum teoreminde, kuvvetle uzaklığın çarpımından çok, düşeyde yerdeğiştirme görünmektedir. Huyghen'in bir kütle(ler) dizgesinin ağırlık merkezinin başlangıçtaki dinginlik konumundan daha yükseğe çıkamayacağını dile getiren önermesi tipik bir durumdur.[40] Daniel Bernoulli'nin ünlü 1738 formülasyonuyla karşılaştıralım: *Vis viva'* nın korunumu "edimsel düşüşün gizilgüçsel (potansiyel) yükselişe eşitliği"dir.[41]

1743'de d'Alembert'in *Traitē'* siyle başlatılmış olan daha genel formülasyonlar, makul olarak embriyon halinde bir iş görüşü adı verilebilecek düşeyde yerdeğiştirmeyi bile silip yok eder. D'Alembert'in dediğine göre, aralarında birbirine bağlanmış olan cisimlerin oluşturduğu bir dizge üzerine etkiyen kuvvetler, $\Sigma m_i.u_i^2$ niceliğinde onun *vis viva'* sını arttırır; burada u_i aynı yollarda aynı kuvvetlerce serbestçe devindirildiklerinde[42] m_i kitlelerinin kazanabileceği hızlardır. Daniel Bernoulli'nin genel teoreminin daha sonraki değişkesinde olduğu gibi, burada da kuvvet ile uzaklığın çarpımı, sadece tek tek u_i'lerin hesaplanmasına izin verecek kimi özel uygulamalara girer; ama, ne genel bir anlamı vardır, ne de bir adı; *vis viva,* kuramsal bir parametredir.[43] Aynı parametre, daha sonraki çözümleme formülasyonlarına da egemen olur. Euler'in *Mechanica'* sı, Lagrange'ın *Mécanique analytique'* i ve Laplace'ın *Mécanique céleste'* i, potansiyel işlevlerden türeyebilen merkezi kuvvetlere apayrı bir vurgu yapmaktadır.[44] Bu yapıt-

---

[40] Christian Huyghens, *Horologium oscillatorium* (Paris, 1673). Alman baskısını kullandım, *Die Pendeluhr,* A. Heckscher ve A. v. Oettingen, Ostwald's Klassiker der Exakten Wissenschaften, no. 192 (Leipzig, 1913), s. 112.

[41] D. Bernoulli, *Hydrodynamica, sive de viribus et motibus fluidorum, commentarii* (Basel, 1738), s. 12.

[42] J. L. D'Alembert, *Traité de dynamique* (Paris, 1743). Ben yalnız ikinci baskıyı (Paris,1758) görebildim, ilgili gereç orada ss. 252-53'lerde geçer. İlk basımdan bu yana girilen değişiklikler üstüne D'Alembert'ın tartışması, bu konuda ilk formülasyonu değiştirdiğinden kuşkulanmak için hiçbir sebep göstermez.

[43] D. Bernoulli, "Remarques sur le principe de la conservation des forces vives pris dans un sense général", *Hist. Acad. de Berlin* (1748), ss. 356-64.

[44] L. Euler, *Mechanica sive motus scientia analytice exposita, Opera omnia* (Leipzig and Berlin, 1911-), ser. 2: 74-77. İlk basım St. Petersbourg 1973 idi.

larda kuvvet çarpı diferansiyel yol öğesinin entegrali, sadece korunum yasasının türevinde geçer. Yasa da *vis viva'* yı bir konum koordinatları işleviyle eşitler.

Lazare Carnot'nun *Essai sur les machines en général* adlı denemesindeki kuvvet ile uzaklık çarpımı, 1782'ye değin, bir ad ve, dinamik kuramında kavramsal bir öncelik kazanamamıştı.[45] 1819-39 yıllarına varıncaya, diyeceğim, Navier'nin, Coriolis'in,

---

J. L. Lagrange, *Mécanique analytique* (Paris, 1788), ss. 206-9. Lagrange'ın *Yapıtlar'* ında (Paris, 1867 - 92), 11. ve 12. ciltlerde yeniden basılmış olarak ikincisi çok büyük bir değişiklik içermekte olduğu için birinci baskıya değiniyorum. İlk baskıda *vis viva'* nın korunumu yalnız zamandan-bağımsız zorunluluklar için ve merkezi ya da öbür bütünlenebilir (integrable) kuvvetler için formüle edilmiştir. O zaman şu biçime giriyor: $\Sigma m_i v_i^2 = 2H + 2\Sigma m_i \pi_i$, burada H bir entegrasyon değişmezidir ve π_i de konum koordinatlarının işlevleridir. İkinci baskıda, Paris, 1811-15 (*oeuvres*, II: 306-10), Lagrange yukardakini yineler ama değindiği, Lazare Corbot'nun mühendislik kitabını (45. not) gözönüne almak üzere esnek cisimlerin özel bir sınıfıyla onu sınırlar. Carnot'nun işlediği mühendislik sorununu daha tam olarak gözönüne alabilmek için, okuyucularını *Théories des fonctions analytiques* adındaki kitabına gönderir; ss. 399-410'da Carnot'nun mühendislik sorunu daha belirtik biçimde formüle edilmiştir. Bu formülasyon mühendislik geleneğinin etkisini çok açık bir şekle sokar, çünkü iş kavramı artık görünmeye başlamıştır. Lagrange, dizgenin iki dinamik durumu arasındaki *vis viva* artışının $2(P)+2(Q)+\ldots$ olduğunu bildirir; burada (P) (Lagrange buna bir alan der) $\Sigma_i \int P_i\, dp_i$'dir ve P_i, p_i konum koordinatlarının doğrultusunda, i'inci cisim üzerine uygulanan kuvvettir. Bu "alanlar" elbette iş alanlarıdırlar.

P. S. Laplace, *Traité de mécanique céleste* (Paris, 1788-1825). İlgili pasajlar, *Oeuvres Complètes'* lerde (Paris, 1878-1904), 1: 57-61 daha kolay bulunabilir. Matematiksel açıdan 1798 çalışması 1788'deki ilk biçiminden daha çok Lagrange'ın 1797'deki formülasyonuna benzer gerçekten. Ama, ön-mühendislik formülasyonlarında olduğu gibi, bütün bir çalışmayı içeren korunum yasası, bir potansiyel işlev kullanan daha kısıtlı anlatım yararına hızla atlayıp geçti.

[45] L. N. M. Carnot, *Essai sur les machines en général* (Dijon, 1782). Carnot'nun *Oeuvres Complètes'* lerinde (Basel, 1797) bu yapıta başvurdum, ama en başta daha genişletilmiş ve daha etkili olan ikinci baskısına, *Principes fondementaux de l'équilibre et du mouvement* (Paris, 1803)'e bağlı kaldım. Carnot bizim iş dediğimiz şeyi birçok terimle anlatmıştır, bunların en önemlisi, 'gizli canlı kuvvet' ve 'eylemlilik momenti'dir (agy. ss. 38-43) Bunlar için şöyle der: "eylemlilik momenti adını verdiğim nicelik türü, devinimdeki makinalar kuramında çok büyük bir rol oynar: çünkü genelde, bir eyleyiciden (sözgelişi, bir güç kaynağından) gücünün yeterli olduğu bütün (mekanik) etkiyi türetebilmek için, elden geldiğince çok tasarruf edilmesi gereken bu niceliktir" (agy. s. 257).

Poncelet'nin ve daha başkalarının[46] yapıtlarında tam anlatımını kazanıncaya değin, bu yeni dinamik iş kavramı da gerçekten işlenmemiş ya da yaygınlaşmamıştı. Bu yapıtların tümü, devinim durumundaki makinaların çözümlenmesiyle ilgili bulunuyordu. Bunun sonucu olarak, iş –yani uzaklığa göre kuvvetin entegrali– onların temel kavramsal parametresiydi. Bu yeni formülasyonun öteki önemli ve tipik sonuçları arasında "iş" teriminin ve onun ölçümü için birimlerin işe karıştırılması, iş ölçüsünün kavramsal önceliğini korumak üzere *vis viva'* nın $1/2\ mv^2$ olarak yeniden tanımlanması ve yapılmış iş ile yaratılan kinetik enerjinin eşitliği[47] çerçevesinde korunum yasasının açık formülasyonu da bulunuyordu. Yalnız böyle yeniden formüle edildiğinde, *vis viva'* nın korunumu, dönüşüm süreçlerinin ölçümü için kavramsal, uygun bir model sağlıyordu, ama öncülerden

---

[46] Bu önemli hareketin ilk tarihinin yararlı bir biçimde araştırılması C. L. M. H. Navier'nin, "Détails historiques sur l'emploi des principes des forces vives dans la théorie des machines et sur diverses roues hydrauliques" adlı araştırmasıdır: *Ann. Chim. Phys.* 9 (1818): 146-59. Korkarım, B. de F. Belidor'un *Architecture hydraulique* (Paris, 1819)'inin Navier baskısı, yeni mühendislik fiziğinin geliştirilmiş ilk sunumunu içermektedir, ama ben henüz bu yapıtı görmüş değilim. Standart kitaplar şunlar: G. Coriolis, *Du calcul de l'effet des machines, ou considérations sur l'emploi des moteurs et sur leur évaluation pour servir d'introduction à l'étude spéciale des machines* (Paris, 1829); C. L. M. H. Navier, *Résumé des leçons données à l'école des ponts et chaussées sur l'application de la mécanique à l'établissement des construction et des machines* (Paris, 1838), C. 2; ve J.-V. Poncelet, *Introduction à la mécanique industrielle*, Kratz, 3. baskı (Paris, 1870). Bu yapıt özgün olarak 1829'da yayınlandı (bir parçası 1827'de taşbaskı olarak çıktı; üçüncü baskının dayandığı çok büyütülmüş ve artık standart olan baskı 1830-39'da yayınlandı.

[47] *İş* (*travail*) teriminin resmen kabulü çoğunlukla Poncelet'ye bağlanır (*Introduction*, s. 64), ama daha başka birçok kişi de daha önce rasgele kullanmıştır bu sözcüğü; Poncelet de ayrıca (ss. 74-75) bu niceliği ölçmekte genel olarak kullanılmış olan (*dynamique, dyname, dynamie*, vb.) birimler üstüne yararlı bir açıklama verir. Coriolis (*Du calcul de l'effet des machines*, s. iv) vis viva'nın $1/2\ mv^2$ olması üzerinde duran ilk kişidir, böylece o sayısal bakımdan üretebileceği işe eşit olacaktır; ayrıca *travail* (iş) terimini de çok kullanmıştır, belki Poncelet de bu terimi ondan almıştı. Korunum yasasının yeniden formülasyonu, yavaş yavaş Lazare Carnot'dan başlar, arkasından daha sonraki bütün yapıtlara geçer.

hiçbiri bunu nerdeyse hiç kullanmamıştı. Bunun yerine, Lazare Carnot ile Fransız ardıllarının, dinamik korunum teoremi ile ilgili yeni değişkelerinin gerektirdiği kavramları içinde buldukları, aynı eski mühendislik geleneğine dönmüşlerdi.

Biricik ayrıksı durum Sadi Carnot'nun durumuydu. Onun el-yazması notları, şu savdan kaynaklanır: Isı devinimdir, bu inanca göre, moleküler *vis viva*'dır ve, bunun artışı da, yapılmış olan işe eşit olmalıdır. Bu ileri adımlar, iş ile *vis viva* arasındaki bağıntı üzerinde doğrudan bir egemenlik demektir. Mayer ile Helmholtz da ayrıksı durumlar olabilir; çünkü, her ikisi de yeni Fransız formülasyonunu çok iyi kullanmışlardır. Ama her ikisi de onu tanımamış gibi görünmektedir. Her ikisi de işi "kuvvet" ölçüsü olarak ele almakla, ya da daha çok ağırlıkla yüksekliğin çarpımı sonucuyla işe başlamışlardı ve her biri daha sonra kendisi için yeni Fransız formülasyonuna çok benzeyen bir şeyi yeniden türetmişti.[48] Dönüşüm süreçlerinin ölçümünü

---

[48] İlk yayınlanmış olan bildirisinde nicel bir sorunu ele alır almaz, Mayer şöyle der: "Bir ağırlığın yükselmesini etkileyen (gerçekleştiren) bir neden, kuvvettir; bu kuvvet bir maddenin düşmesine yol açtığı için buna düşme-kuvveti (*Fallkraft*) deriz (Weyrauch, I, s. 24). Bu, kuramsal dinamik bir ölçü değil, bir mühendislik ölçüsüdür. Bunu serbest düşme sorununa uygulamak yoluyla, Mayer devinim enerjisi ölçüsü olarak $^1/_2 mv^2$ 'yi türetiyor (kesire dikkat). Türetmesinin gerçekten hamlığı, genellik eksikliğiyle birlikte, Fransız mühendislik yapıtlarını hiç tanımadığını gösteriyor. Yazılarında değinmiş olduğu bir Fransız metni (G. Lamé, *Cours de Physique de l'école polytechnique*, 2. bas., Paris, 1840) *vis viva* ya da onun korunumuyla hiç uğraşmaz.

Helmholtz ölçülebilir temel kuvvet için, *Arbeitskraft, bewegende Kraft, mechanische Arbeit ve Arbeit* terimlerini kullanıyor. (Helmholtz, *Abhandlungen*, I. 12, 17-18). Bugüne değin bu terimleri daha önceki Alman literatüründe araştıramadım henüz, ama Fransız ve İngiliz mühendislik geleneklerinde koşutlukları açıkça görülmekte. Ayrıca, *bewegende Kraft* terimi de Sadi Carnot'un muhtırasının Clapeyron değişkesinin çevirmenince, Fransızca *puissance motrice*'e (devindirici güç – ç.n.) eşdeğer olarak kullanılmıştır. (*Pogg. Ann.* 59-1843: 446), ve Helmholtz bu çeviriye değinmektedir. (s. 17, n. 1). Bu bakımdan, mühendislik geleneğine bağlılık ortadadır.

Ne var ki Helmholtz Fransız kuramsal mühendislik geleneğinden haberdar değildi. Mayer gibi o da devinim enerjisi tanımındaki $^1/_2$ çarpanını türetir ve bunun için önceden birinin varolup olmadığından haberdar değildir (s. 18). Daha önemlisi, ∫Pdp'yi iş ya da *Arbeitskraft* olarak tanıtlayamaz tam olarak ve

başarmış ya da buna çok yaklaşmış öteki altı öncü yeni formülasyonu kullanmamışlardı bile. Mayer ile Helmholtz'dan farklı olarak, iş kavramını, *vis viva*'nın onun içinde çevrimden çevrime değişmediği ve dolayısıyla içine girmediği bir probleme doğrudan doğruya uyguluyorlardı. Bu bakımdan Joule ile Liebig, tipik birer örnektir. Her ikisi de elektrik motorunun "görevini" buhar makinasınınkiyle karşılaştırmakla işe başlamıştı. Her ikisi de, bu makinalardan her biri belli bir kömür ya da çinko harcamasıyla, sabit bir uzaklıkta, ne kadar ağırlık kaldırabilir? diye soruyordu. Bu soru Carnot, Séguin, Holtzmann ve Hirn'in programlarında olduğu kadar, araştırma programlarının temelinde de yer alıyordu. Ama ne yeni, ne de eski dinamik biliminden alıntı bir sorun değildi.

Ancak, elektriğe uygulanması dışında, yeni bir soru da sayılmazdı. Makinaların her birinin belli bir yüksekliğe kaldırabileceği ağırlık çerçevesinde değerlendirilmesi, 1702'de Savery'nin makina betimlemelerinde örtülü olarak ve 1704'de Parent'in su dolapları tartışmasında açık olarak bulunmaktaydı.[49] Özellikle mekanik etki gibi çeşitli adlar altında ağırlık ile yüksekliğin çarpımı, Desagulier, Smeaton ve Watt'ın bütün mühendislik çalışmalarında asli motor kapasite ölçüsü olmuştu.[50] Aynı

---

buna karşılık onu devinimin uzun boyutu üzerinde "gerilimlerin toplamı – *Summe der Spannkräfte*" diye adlandırır.

[49] Savery'nin yapıtındaki örtülü birim gerçekte beygir-gücüdür, ama bu bir bölüm olarak ağırlıkla yüksekliğin çarpımını da içerir. Bak. H. W. Dickinson ve Rhys Jenkins, *James Watt and the Steam Engine* (Oxford, 1927), ss. 353-54. Antoine Parent, "Sur le plus grande perfection possible des machines", *Hist. Acad. Roy.* (1704), ss. 323-38.

[50] J. T. Desagulier, *A Course of Experimental Philosophy*, 3. bas. 2 C: (London, 1749).

John Smeaton, "An Experimental Inquiry concerning the Natural Powers of Water and Wind to Tum Mills, and Other Machines, depending on a Circural Motion", *Phil. Trans.* 5I (1759): 5I. Burada ölçü, birim zaman başına ağırlıkla yüksekliğin çarpımıdır. Ama bu zamana bağımlılıkla da yine onun "An Experimental Examination of the Quantity and Proportion of Mechanic Power Necessary to be Employed in Giving Different Degrees of Velocity to Heavy Bodies"inde, *Phil. Trans.* 66 (1776): 458'de karşılaşılır.

Watt için Dickinson ve Jenkins'in, *James Watt*, ss. 353-56'ya bak.

ölçüyü Borda hidrolik makinalara ve Coulomb da rüzgâr ve hayvan gücüne uygulamıştı.[51] Onsekizinci yüzyılın her bölümünden alınan, yüzyılın sonuna doğru yoğunlukça giderek artan bu örnekler, hani alabildiğine çoğaltılabilirdi. Ama şu bir iki örnek bile, az tanınmış ama gerçekte bağlayıcı bir istatistiğe yol açmaktadır. Dönüşüm süreçlerini ölçmede kısmen ya da tam olarak başarı göstermiş olan dokuz öncüden Mayer ile Helmholtz dışında kalanların hepsi, ya mühendislik öğreniminden geçmişti ya da enerji korunumu konusuna katkıda bulunurken makinalar üzerinde doğrudan doğruya çalışmıştı. Dönüşüm katsayısının bağımsız değerlerini hesaplayanların altısı, Mayer dışında, makinalarla ya fiilen ya da öğretim yoluyla ilgilenmişlerdi.[52] Hesaplamayı yapabilmek için iş kavramına gereksinim duymuşlardı ve bu kavramın kaynağı da her şeyden önce mühendislik geleneği olmuştu.[53]

---

[51] J. C.Borda, "Mémoires sur les roues hydroliques", *Mem. l'Acad. Roy.* (1767), s. 272. Burada ölçü ağırlık ile dikey hızın çarpımıdır. Yükseklik C. Coulomb'da hızın yerini alır, "Observation théorique et expérimentale sur l'effet des moulins à vent, et sur la figure de leurs ailes" agy. (1781), s. 68, ve "Resultat de plusieurs expériences destinée à détermine la quantité d'action que les hommes peuvent fournir par leur travail journalier, suivant les différentes manières dont ils emploient leurs forces", *Mem. de l'Ins.* 2 (1799): 381.

[52] Mayer çocukken su dolapları kurmaktan hoşlandığını ve bunlar üzerinde çalışırken sürgit devinimin olanaksızlığını öğrendiğini söyler. (Weyrauch, II, s. 390). Aynı zamanda makinaların ürününün ölçüsünü de öğrenmiş olmalıdır.

[53] Prof. Hiebert, mekanik iş kavramının elemanter statik biliminden ve özellikle de statik bilimini gerçek (virtüel) hızlar ilkesinden türeten formülasyondan doğup doğamayacağını soruyordu. Sorun daha ileri bir araştırmayı gerektirmektedir, ama benim buradaki yanıtım en azından kuşkulu bir biçimde olumsuz olmak sorundadır. Statik biliminin öğeleri onsekizinci yüzyıl mühendislerinin avadanlığında (donanımında) önemli bir madde idi ve gerçek hızlar ilkesi ya da onun eşdeğeri, bu yüzden mühendislik sorunları üstüne onsekizinci yüzyıl yazılarında yeniden ortaya çıkmaktadır. Çok olasıdır ki, mühendisler daha önceden varolan statik ilkesinin yardımı olmadan iş kavramını evrimleştirememişlerdi. Ama; daha önceki tartışmanın da göstermiş olduğu gibi, onsekizinci yüzyıl iş kavramı çok daha eski gerçek hızlar ilkesinden doğdu ise, bu ilke mühendislik geleneğinde kuvvetle yerleşmiş olduğunda yalnızca ve bu gelenekte dikkatini hayvanlar, düşen su, rüzgâr ve buhar gibi güç kaynaklarının hesaplanmasına çevirdiğinde yalnızca böyle olmuştur. Dolayısıyla 9. nottaki sözlüğe geri

İş kavramı, ondokuzuncu yüzyılın makinalarla uğraşısının enerji korunumu konusuna yapmış olduğu en bağlayıcı katkıdır. Ona böyle çok yer ayırmamızın nedeni de budur. Ama makinalarla uğraşma daha başka birçok yolla da, enerji korunumunun ortaya çıkmasına yardımcı olmuştu ve bizim de bunlardan birkaçını en azından ele almamız yerinde olacaktır. Sözgelimi, elektriksel-kimyasal dönüşüm süreçlerinin bulgulanmasından çok önce, su ve buhar makinalarını insanlar, yakıtta ya da yüksekten düşen suda bulunan gizli kuvveti dönüştürme ya da ağırlığı havaya kaldırma kuvvetine dönüştürme aygıtları gibi görüyorlardı. 1738'de Daniel Bernoulli şöyle demişti: "Şuna inanıyorum ki, bir ayaklık kübik kömürde gizli olan tüm *vis viva* ortaya çıkarılabilirse, sekiz ya da on insanın bir günlük emeğiyle yapabileceğinden daha çok şey gerçekleştirilebilecektir."[54] Anlaşılan metafiziksel *vis viva* üzerindeki tartışmanın doruğa çıktığında yapılmış olan bu saptamanın daha sonraları hiçbir etkisi kalmadı. Ancak, makinalar üstüne aynı algılama durmadan ortaya atılır, en açık olarak da Fransız mühendislik yazarlarında. Sözgelişi, Lazare Carnot şöyle der: "Suyun ya da rüzgârın etkisiyle, ya da hayvan gücüyle değirmen taşını döndürme sorunu... bu eyleyicilerin verdiği işin olası maksimum bölümünün tüketimi sorunudur."[55] Coriolis'e göre su, rüzgâr, buhar ve hayvanların tümü iş kaynaklarıdır sadece ve makinalar da bu işi yararlı bir biçime çevirme ve onu güce döndürme aygıtlarına çevril-

---

dönerek diyeceğim ki, gerçek hızlar ilkesi enerji korunumunun bulgulanmasında bir önkoşul olmuştur ama, çok nadiren de bir tetik çekici olmuştur. (Tartışma sırasında ortaya çıkan sorunlara yanıt olarak özgün elyazmasına eklenmiş olan nottur bu.)

[54] *Hydrodynamica*, s. 231.

[55] *De l'équilibre et du mouvement*, s. 258. Ayrıca Lagrange'ın Carnot'nun problemine döner dönmez (44. not) aynı tarzda konuştuğuna dikkat ediniz. *Fonctions analytiques*' lerde, çağlayanların, kömürün, barutun, hayvanların, vb. hepsinin bir miktar *vis viva* içerdiğini, bunun işe koşulabileceğini, ama mekanik araçlarla çoğaltılamayacağını söyler. Dolayısıyla bir makinaya, belli bir miktar (yüklü) *vis viva*'nın, (kaynaktan) başka bir miktar *vis viva*'yı yok etmeye yöneltilmiş gibi bakılamayacaktır" (*Oeuvres*, 9: 410).

mişlerdir.[56] Burada, makinalar, kendiliklerinden, ondokuzuncu yüzyılın yeni bulgularıyla meydana gelene çok benzeyen bir dönüşüm süreçleri anlayışına yol açmıştır. Makina sorununun bu yanı, buhar mühendislerinin –Hirn, Holtzmann, Séguin ve Sadi Carnot– niçin Grove ve Faraday gibi insanlarla birlikte doğanın aynı yanına yöneldiklerini çok iyi açıklar.

Makinaların dönüşüm araçları gibi görünebilmesi ve zaman zaman da görünmüş olması daha başka şeyleri de açıklayabilir. Mühendislik kavramlarının enerji korunumuyla ilgili daha soyut problemlere çok kolayca aktarılabilir görünmelerinin nedeni de bu değil midir? İş kavramı böyle bir aktarımın çok önemli bir örneğidir sadece. Joule ile Liebig eski bir mühendislik sorusunu; pille çalışan elektrik motorunda yeni dönüşüm süreçleri konusunda "görev nedir?" sorusunu sormakla enerjinin korunumuna ulaşmıştı. Ancak bu soru –diyeceğim, ne kadar yakıta ne kadar iş?–, bir dönüşüm süreci kavramını da kuşatır. Geçmişe doğru bakıldığında, o hatta bir dönüşüm katsayısı için bir istek gibi görünür. Joule en azından, bir katsayı ortaya çıkararak sonunda soruyu yanıtladı. Şimdi, mühendislik kavramlarının daha şaşırtıcı olan şu aktarımını ele alalım. Temel görüşleri enerjinin korunumuyla bağdaşmadığı halde, Sadi Carnot'nun *Reflexion sur la puissance motrice du feu* adlı yapıtına, hem Helmholtz ve hem de Colding tarafından, mekanik olmayan dönüşüm sürecine sürgit devinimin olanaksızlığının en iyi uygulaması olarak değinilmiştir.[57] Helmholtz, Carnot'nun muhtırasından, kendi klâ-

---

[56] *Du calcul de l'effet des machines,* böl. I. Coriolis'e göre, kusursuz bir makinaya uygulanmış olan korunum teoremi, 'İşin Aktarımı İlkesi'ne dönüşür.

[57] Helmholtz, *Abhandlungen,* I: 17. Colding, "Naturkraefter", *Dansk. Vid. Selsk.* 2 (1851): 123-24. Enerji korunumu kuramı ile Carnot'nun bağdaşmaz ısı motoru kuramı arasındaki açık benzerlikle ilgili özellikle ilginç kanıt, Carlo Matteucci tarafından ortaya konmuştur. "De la relation qui existe entre la quantité de l'action chimique et la quantité de chaleur, d'électricité et de lumière qu'elle produit," *Bibliothèque universelle de Genève, Supplement,* 4 (1847): 375-80, bildirisi enerji korunumu ilk yandaşlarının çoğuna bir saldırıdır. Karşısına çıkanları, "ısının devindirici kuvvetiyle ilgili Carnot'nun ünlü ilkesinin daha başka ölçüye gelmeyen akışkanlara uygulanabilir olduğunu göstermeye çalışan" fizikçiler grubu gibi betimler.

sik bildirisinde çok büyük bir rol oynamış olan çevrimsel bir süreç biçimindeki çözümsel kavramı alabilmiştir pekâlâ.[58] Holtzmann, dönüşüm katsayısıyla ilgili kendi değerini, Carnot'nun çözümsel yönlerini küçük bir değişikliğe uğratmak yoluyla türetiyordu ve Carnot'nun kendi enerji korunumu tartışması da, kendi ilk ve kökten uzlaşmaz muhtırasından gelen kavramları ve verileri kullanıyordu sık sık. Bu örnekler, bilimsel, soyut dönüşüm yasasının türetilmesinde uygulanmış olan mühendislik kavramlarının, en azından kolayca ve sık sık kullanılmış olduğu konusunda bir fikir verebilmektedir.

Ondokuzuncu yüzyılın makinalara göstermiş olduğu ilginin üretkenliği üstüne son örneğim, makinalara daha az doğrudan bağlı bulunmaktadır. Ama o, eşzamanlı bulgulama bolluğunu ve çeşitliliğini vurgulamaktadır. Başka bir yerde öncülerin çoğunun, adiabatik* sıkıştırma diye bilinen olaya büyük bir ilgi gösterdiklerini belirtmiştim.[59] Nitel bakımdan olay işin ısıya dönüşmesinin ideal bir tanıtlamasını vermekteydi; nicel bakımdan ise, adiabatik sıkıştırma, varolan verilerle yalnızca bir dönüşüm katsayısını hesaplama yolunu gösteriyordu. Adiabatik sıkıştırma bulgusunun, makinalara gösterilen ilgiyle herhangi bir alıp vereceği yoktu denilebilir; ama, öncülerin çok sık kullanmış oldukları ondokuzuncu yüzyıl deneyleri, bu pratik ilgiyle bağlantılı görünüyor dosdoğru. Adiabatik sıkıştırma üzerinde ilk önemli çalışmayı yapmış olan Dalton, arkasından Clément, onun da arkasından Désormes, buhar üstüne ilk temel ölçümlere katkıda bulunmuşlardı ve bu ölçümler de mühendislerin birçoğunca kullanılmıştı.[60] Adiabatik sıkıştırma kuramını ilk geliştiren Pois-

---

[58] Helmholtz, *Abhandlungen*, I: 18-19, Helmholtz'un başlangıçtaki çevrimsel süreç üstüne soyut formülasyonunu verir.

* Adiabatik: Çevreyle ısı alışverişi olmadan, olmaksızın (ç. n.).

[59] T.S. Kuhn, "The Caloric Theory of Adiabatic Compression", *Isis* 49 (1958): 132-40.

[60] John Salton, "Experimental Essays on the Constitution of Mixed Gases; on the Force of Steam or Vapour from Water and Other Liquids in Different Temperatures, Both in a TorricellianVacuum and in Air; on Evaporation; and on the Expension of Gases by Heat", *Manch. Mem.* 5 (1802): 535-602. Dalton'un meteorolojik çalışmalarından doğmuş bulunsa da ikinci deneme, hem

son, aynı makalede, onu buhar makinasına da uygulamıştı ve getirdiği örnek Sadi Carnot, Coriolis, Navier ve Poncelet tarafından izlenmişti.[61] Séguin, farklı türden veriler kullanmakla birlikte, yine de aynı grubun bir üyesi gibi görünüyordu. Adiabatik sıkıştırmayla ilgili klâsikleşmiş muhtırasına, öncülerden çoğunun gönderme yapmış olduğu Dulong, Petit'nin yakın çalışma arkadaşıydı ve işbirliği yapmış oldukları sürece Petit, Carnot'unkini sekiz yıllık bir zamanla öncelleyen, buhar makinası üstüne nicel bir araştırma ortaya koymuştu.[62] Burada hükümetin de bir ilgisi sezilmekteydi. Fransız Ulusal Enstitüsü'nce konulan ve 1812'de Delaroche ile Bérard'ın gazlar üstüne yapmış oldukları klâsik araştırmayla kazanılmış olan ödül, makinalara karşı hükümetin göstermiş olduğu ilgiden ileri gelmiş olabilir kısmen de olsa pekâlâ.[63] Regnault'nun aynı konuda daha sonra yapmış olduğu çalışma da kuşkusuz böyle doğmuştu. Gaz ve buharın ısısal karakteristikleri üstüne tanınmış çalışmalarının gösterişli bir karşılığı vardı: "Kamusal Çalışmalar Bakanlığının emri ve Buhar Makinaları Merkez Komisyonunun teşvikiyle, buhar makinası hesaplarına giren sayısal verilerin ve bellibaşlı yasaların belirlenmesi

İngiliz ve hem de Fransız mühendislerince hemen kullanılmıştır.

Clément ve Désormes, "Mémoires sur la théorie des machines à feu", *Bulletin des sciences par la société philomatique* 6 (1819): 15-18; ve "Tableau relatif à la théorie générale de la puissance mécanique de la vapeur", agy. 13 (1826): 50-53. İkinci bildiri tam olarak Crelle'in *Journal für die Baukunst* 6 (1833)'da yayınlanmıştır: 143-64. Bu adamların adiabatik sıkıştırmaya katkıları için, 60. notta değinilmiş olan bildirime bak.

61 S. D. Poisson, "Sur la chaleur des gaz et des vapeurs", *Ann. Chim. Phys*, 23 (1823): 337-52. Hepsi de buhar makinası hesaplarına bölümler ayırmış olan Navier, Carolis ve Poncelot için 46. nota bak.

62 A. T. Petit, "Sur l'emloi du principe des forces vives dans le calcul de l'effet des machines", *Ann. Chim. Phys.* 8 (1818): 287-305.

63 F. Delaroche ve J. Bérard, "Mémoire sur la détermination de la chaleur specifique des differents gaz", *Ann. Chim. Phys.* 85 (1813): 72-110, 113-82. Buhar mühendisliği sorunlarıyla ilgili bu muhtıranın kazanmış olduğu ödül üstüne hiçbir açık bilgim yoktur ama, Akademi daha 1783'de buhar makinalarının iyileştirilmesi için bir ödül koymuştu. Bak. H. Guerlac, "Some Aspects of Science during the French Revolution", *The Scientific Monthly* 80 (1955): 96.

için girişilmiş deneyler."[64] Öyle ki, buhar mühendisliğinin bilinen problemleriyle bu bağlar olmaksızın adiabatik sıkıştırma ile ilgili önemli verilerin, enerji dönüşümü mühendisleri için bu denli anlaşılır olabileceğinden kuşkulanılabilir. Bu örnekte makinalara gösterilen ilgi, öncülerin çalışmasında esas olmayabilir; ama, bulgulamalarını kolaylaştırdığı kuşku götürmez.

Makinaya karşı ilgi ve ondokuzuncu yüzyıl dönüşüm bulgulamaları, enerji korunumu bulgucularının bir haylisince ortaklaşa, yeni teknik görüşler ile deneylerin çoğunu kuşattığı için, eşzamanlı bulgulama üstüne bu inceleme, burda pekâlâ sona erebilirdi. Ama, öncülerin bildirilerine son bir bakış, bir şeyin, belki hiç de özlü bir öğe olmayan bir şeyin, hâlâ eksik olduğu duygusunu uyandırıyor. Eğer öncülerin hepsi Joule ve Carnot gibi düpedüz teknik bir sorunla işe başlamış olsalardı, bu duygu da doğmazdı. Ama Colding, Helmholtz, Liebig, Mayer, Mohr ve Séguin'in durumlarında, temelde yatan ve sürüp giden metafizik bir kuvvet kavramı araştırmadan önceymiş ve giderek nerdeyse ona bağlı değilmiş gibi görünmektedir. Yalnız, açıkça ortaya konulduğunda, bu öncüler, bir kanıtını bulmadan önce, bir süre için enerjinin korunumu olabilecek güçte bir fikre sahipmişler gibi görünmektedirler. Bu bildiride daha önce tartışılmış olan etkenler son çözümlemede onların bu düşünceyi niçin yumuşattıklarını ve böylece onu anlayabildiklerini açıklayabilir. Ne var ki, tartışma bu düşüncenin varoluşunu henüz yeterince açıklamış değildir. On iki öncü arasında bu türden bir iki durum sıkıntı vermemelidir. Bilimsel esin kaynakları gizemlidir derler. Ama, on iki durumdan altısında, büyük kavramsal boşlukların bulunması şaşırtıcıdır. Ortaya çıkardığı sorunu tümüyle çözemesem de, en azından, değinmeden de geçemem.

Bu boşluklardan birkaçını daha önce de belirtmiştik. Mohr, hiç haber vermeden, bir dinamik ısı kuramı savunusundan, doğada tek bir kuvvet vardır ve bu da nicel olarak hiç değişmez, önermesine atlayıvermiştir.[65] Liebig, aynı sıçramayı, elektrik motorlarının kapasitesinden, elementlerin kimyasal eşdeğerleri,

---

[64] *Mém.de l'Acad.* 21'de (1847): 1-767.

[65] 21. nota ve eşlik eden metne bak.

ya elektriksel ya da ısısal araçlarla, kimyasal süreçlerden alınan işi belirler, önermesine yapar.[66] Colding'in söylediğine göre, kendisi korunum fikrine 1839'da varmıştır, henüz bir öğrenci iken; ama, kanıt toplayabilmek için 1843'e değin haberi kendisinde saklı tutmuştur.[67] Helmholtz'un yaşamöyküsü de benzeri bir öyküyü özetler.[68] Séguin, ısının ve devinimin dönüşebilirliği görüşünü, buhar makinası hesaplarına çekinerek, gizlice uygulamıştır; bu fikrini pekiştirme yolundaki girişimi tümüyle bir sonuç vermemiş olsa bile.[69] Mayer'in sıçraması da, birçok kez belirtilmiştir ama, çoğun, bunun boyutu tam olarak anlaşılamamıştır. Tropik bölgelerde kara kanın açık renginden; beden, içinde bulunduğu çevrede daha az ısı yitirdiğinde, kendi içindeki oksitlenme de o derece daha az olur sonucuna varmak için, küçük bir adım atmak yeter.[70] Crawford bu sonucu 1778' deki aynı kanıtlamadan çıkarmıştı.[71] 1780'lerde, Laplace ile Lavoisier, içe

---

66 *Chemische Briefe*, ss. 115-17.

67 Colding, "History of Conservation", *Phl. Mag.* 27 (1864): 57-58.

68 Leo Koenigsberger (Hermann von Helmholtz, çev. F.A. Welby [Oxford, 1906], ss. 25-26, 31-33) demek ister ki, korunum üstüne Helmholtz'un fikirleri daha 1843'de tamamlanmıştı, ve 1845'de de deneysel kanıtlama girişiminin Helmholtz araştırmasının tümünü güdülediğini belirtir. Ne var ki Koenigsberger hiçbir kanıt vermez ve tam doğru da olamaz. 1845 ile 1846 arasında yazılmış fizyolojik ısı üstüne iki makalede (*Abhandlungen*, 1: 8-11; 2: 680-725), Helmholtz beden ısısının mekanik işte harcanabileceğini farkedememiştir. (Aşağıdaki Mayer'in tartışmasıyla karşılaştır.) Bu bildirilerin ikincisinde ayrıca adiabatik sıkıştırmanın geneldeki kalori açıklamasını, basınçlı ısı kapasitesinde değişme çerçevesi içinde verir. Kısacası, onun fikirleri 1847'ye değin ya da çok kısa zaman öncesine değin hiç de tamam değildi. Ama 1845 ve 1846 bildirileri bu yıllarda Helmholtz'un dirimselcilik (vitalizm) kavgasına ilgi duyduğunu ve bunun da hiçlikten kuvvet yaratma fikrini anlattığını düşündüğünü göstermektedir. Ayrıca, onun Clapeyron ile Holtzmann'ın yapıtını daha önceden bildiğini, bunu da konuyla ilgili bulduğunu göstermektedirler. En azından bu ölçüde, Koenigsberger haklı olmalıdır.

69 *Chemins de fer*, s. 383. Séguin, buhar kazanından çıkan ısı ile buhar makina kondansörüne devredilen ısı niceliklerindeki ayrımı ölçmeye çalışmıştı ama başarılı olamamıştı.

70 Weyrauch, I, ss. 12-14.

71 E. Farber, "The Color of Venous Blood", *Isis* 45 (1954): 3-9.

çekilen oksijeni bedenin ısı yitirmesine bağlayan aynı denklemi kurmuşlardı.[72] Sürekli bir araştırma çizgisi, çalışmalarını, 1840'ların ilk yıllarında Liebig ile Helmholtz'un yapmış oldukları biyokimyasal solunum çalışmalarına bağlamaktadır.[73] Mayer bunu açıkça bilmese de, onun kara kanla ilgili gözlemi, tartışma götürmekle birlikte yine çok iyi bilinen, biyokimyasal bir kuramın apaçık bir yeniden bulgulanmasıydı. Ama Mayer'in sıçrama yaptığı bu kuram değildi. Tersine, Mayer, iç oksitlenmenin *hem* bedenin ısı yitirmesiyle ve *hem de* bedenin gerçekleştirmiş olduğu el işiyle dengelenmiş olması gerektiğinde ısrar ediyordu. Tropikal kara kanın açık renkli oluşu, bu formülasyona göre, büyük ölçüde tutarlı olmuyordu. Mayer'in kuramı yaygınlaştırması, sıcak insanlardan çok, tembel insanların açık renk kara kanı olduğu bulgusunu gerekli kılıyor.

Bu gibi anlıksal sıçramalarla her zaman karşılaşılması enerji korunumu bulgucularının çoğunun, doğal olayların tümünün kökeninde, tek bir yokedilemeyen kuvvetin olduğunu görmeye kökten bir yatkınlık taşıdığını anlatır. Daha önce de bu yatkınlık üzerinde durulmuştu ve birçok tarihçi, bunun, en azından, *vis viva'* nın korunumuyla ilgili onsekizinci yüzyıl tartışmasının doğurmuş olduğu, benzeri bir metafiziğin bir tortusu olduğunu belirtmişti. Leibniz, Jean ve Daniel Bernoulli, Hermann ve du Châtelet, hep birlikte, "*vis [viva]* gibi şeyler asla bitip yokolmaz; gerçekte yitmiş gibi görünebilir; yeter ki bu etkileri insan görebilsin"[74] diyorlardı. Bu türden daha birçok önerme vardır ve bunların sahipleri, *vis viva'* nın izini kovmaya çalışırlar. Mohr ve Colding gibi insanlarla koşutluk çok yakından olur. Yalnız, onsekizinci yüzyılın bu türden metafizik duyguları, bizim incelemekte olduğumuz ondokuzuncu yüzyılın yapısı için düşü-

---

[72] A. Lavoisier ve P. S. Laplace, "Mémoire sur la chaleur", *Hist. de l'Acad.* (1780), ss. 355-408.

[73] Helmholtz 1845 bildirisinde bu araştırmanın çoğuna değinir. "Wärme, physiologisch", *Encyclopädische Wörterbuch der medicinischen Wissenschaften* için (Abhandlungen, 2: 680-725).

[74] Haas, *Erhaltung*, s. 16, n. *Institutions physiques de Madame la Marquise du Chastellet adressés à Mr. son Fils* (Amsterdam, 1742).

nülemeyecek bir kaynak gibi görünüyor. Teknik *dinamik* korunum teoreminin onsekizinci yüzyılın başlarından zamanımıza değin sürekli bir tarihi olsa da, metafiziksel karşı-ağırlığı, 1759'den sonra çok az, belki hiçbir savunucu bulamamıştır.[75] Metafiziksel teoremi bulup ortaya koyabilmek için, enerji korunumu öncüleri, en azından bir yüzyıl eski kitaplara dönme zorunda kalacaklardı. Ne çalışmaları, ne de yaşamöyküleri, onların, eski düşünsel tarihin bu değişik bölümünden önemli ölçüde etkilendiklerini gösterir.[76]

Hem onsekizinci yüzyıl Leibniz'cilerinin ve hem de ondokuzuncu yüzyıl enerji korunumu öncülerininkiler gibi önermelerle, ikinci bir felsefi akımın, diyeceğim, *Naturphilosophie* (doğa felsefesi – ç.n.) literatüründe sık sık karşılaşılabilir.[77] *Naturphilosophen* (doğa filozofları – ç.n.), insan organizmasını kendi bilimlerinin temel eğretilemesi sayarak, bütün doğal olayları birleştirebilmek için durmadan tek bir ilke araştırmışlardır. Sözgelişi, Schelling, "manyetik, elektriksel, kimyasal ve son olarak organik olayların büyük bir ortaklık içinde birbiriyle bağlanıp

---

[75] Haas, *Erhaltung*, s. 17.

[76] Öncülerin hiçbiri kendi özgün bildirilerinde, onsekizinci yüzyıl korunum literatürünün adını anmaz. Buna karşılık Colding, 1839'da D'Alembert'i okurken, korunum üzerine ilk görüşlerini elde ettiğini söyler (*Phil. Mag.* 27-1864: 58) Koenigsberger de Helmholtz'un 1842'lerde d'Alembert ile Daniel Bernouilli'yi Helmholtz'un okumuş olduğunu belirtir (*Helmholtz*, s. 26). Bu iki karşıt örnek benim savımı gerçekten değiştirmez yine de. D'Alembert *Traité*' sinin birinci baskısında metafizik korunum kuramına her türlü değinmeyi çıkarmıştı ve ikincisinde de belirtik bir biçimde görüşü reddetmişti (Paris. 1758, 'Önsöz'ün başlangıcı ve XVII-XXIV. sayfalar). Gerçekte, d'Alembert, sadece metafizik spekülasyonlar gibi gördüğü şeylerden dinamik bilimini kurtarma üstünde ilk duranlar arasında idi. Onun fikirlerini bu kaynaktan almak için Colding yine güçlü bir yatkınlığı gerekli görmüştü. Bernoulli'nin *Hydrodinamica*' sı daha elverişli bir kaynaktır (sözgelişi, 54. nota eşlik eden metne bak), ama Koenigsberger, daha önceden varolan korunum anlayışını geliştirebilmek için, Helmholtz'un Bernoulli'ye danıştığını dikkatle belirtiyor.

[77] *Naturphilosophie*' nin kökenleri Kant ve Wolff'tan Leibniz'e dek götürülebilir herhalde ve Leibniz, hem Kant'ın ve hem de Wolf'un üzerine yazılar yazmış olduğu metafizik korunum teoreminin yaratıcısıydı (Haas, *Erhaltung*, ss. 15-18). Dolayısıyla iki devinim tümüyle bağımsız değildir.

örüleceğini... ve bunun bütün doğaya yayıldığını" ileri sürmekteydi.[78] Giderek pilin bulunmasından da önce, o, "kuşkusuzdur ki, bir tek kuvvetin çeşitli kılıklarda, ışık, elektrik ve benzeri olaylarda kendini dışavurduğu"[79] üzerinde durmaktaydı. Bu alıntılar ilkin Bréhier ve daha sonra Stauffer[80] ile tam olarak belgelendirilmiş, Schelling düşüncesinin bir yanını göstermektedir. Bir *Naturphilosoph* olarak Schelling, zamanının biliminde hep dönüşüm ve süreçleri bulup ortaya çıkarmaya çalışmıştı. Mesleğinin başında kimya ona temel fizik bilimi gibi geliyordu; 1800'den başlayarak, galvanizmde, "(hem organik ve hem inorganik) doğalar arasındaki gerçek sınır-olayını" giderek daha çok bulmaktaydı.[81] Schelling'i izleyenlerin çoğu, –ki bunların öğrenimi, ondokuzuncu yüzyılın ilk üçte biri boyunca Almanya ile birçok komşu ülkelerin üniversitelerine egemen olmuş durumdaydı– yeni dönüşüm olaylarına benzeri bir vurgu yapmıştı. Bir bilim adamı olduğu kadar bir *Naturphilosoph* da olan Stauffer Oersted'in, geniş ölçüde daha önceki felsefi inancından ötürü böyle bir şeyin varolması gereğini öne sürerek, elektrik ile manyetizma arasında bir bağıntıyı uzun uzadıya araştırmada direttiğini göstermiştir. Karşılıklı etkileşim bir kez bulgulanınca, elektromanyetizma, Herbart'ın *Naturphilosophie'* sinin bilimsel alt yapısının daha ileri bir açımlandırılmasında büyük bir rol oynamıştı.[82] Kısacası, birçok *Naturphilosoph,* kendi felsefelerinden; Faraday ile Grove'un ondokuzuncu yüzyılın yeni bul-

---

[78] Schelling'in *Einleitung zu seinem Entwurf eines Systems der Naturphilosophie* (1799)'dan, R. C. Stauffer'ce aktarılmış, "Speculation and Experiment in the Background of Oersted's Discovery of Electromagnetism", *Isis* 48 (1957).

[79] Schelling'in *Erster Entwurf eines der Naturphilosophie'* sinden Haas'ın alıntısı, *Erhaltung,* s. 45, n. 61.

[80] Emile Bréhier, *Schelling* (Paris, 1912). Bu benim karşılaştığım en yararlı tartışmadır ve kuşkusuz, Stauffer'in bilim ile *Naturphilosophie* arasındaki karmaşık ilişkilerin incelenmesinde yararlı yardımlar listesine eklemek isterdim. (*Isis* 48-1957: 37, n. 21).

[81] Stauffer, "Speculation and Experiment", s. 36, Schelling'in "Allgemeiner Deduction des dynamischen Processes oder der Kategorien der Physik"inden (1800).

[82] Haas, *Erhaltung,* s. 41.

gularından çıkarıyormuş gibi göründüklerine çok yakın bir fiziksel süreç(ler) görüşü çıkarıyorlardı.[83]

Bundan ötürü *Naturphilosophie,* enerji korunumunun bulgulanmasında çok uygun bir felsefi art-alan oluşturabilmişti. Dahası, öncülerin birçoğu ana çizgilerinde en azından onunla tanışmıştı. Colding, Oersted'in bir *protegé'* si (koruduğu kişi – ç.n.) idi.[84] Liebig iki yıl boyunca Schelling'le çalışmıştı ve, daha sonra bu yıllarını bir israf gibi nitelerse de, o sıralar içine sindirmiş olduğu dirimselciliği (vitalizm) asla elden bırakmaz.[85] Hirn ise, hem Oken'den ve hem de Kant'tan söz eder.[86] Mayer

---

[83] *Naturphilosophie'* nin etkisi ile dönüşüm süreçlerinin etkisi arasında keskin bir ayrım yapmak elbette olanaksızdır. Bréhier (*Schelling,* ss. 23-24) ve Windelband (*History of Philosophy,* J. H. Tufts çevirisi, 2. bas. [New York, 1901], ss. 597-98) her ikisi de korunum süreçlerinin kendilerinin *Naturphilosophie'* nin önemli bir kaynağı olduğunu vurgular, öyle ki her ikisi çoğun birlikte algılanır. Bu olgu, bu bildirinin ilk bölümünde ortaya konan çatal ikililerden kimilerini sınırlandıracaktır herhalde; çünkü, korunum görüşünün iki kaynağı arasındaki ayrımı tek tek öncülere uygulamak da çoğun aynı derecede güçtür. Colding'in durumundaki güçlüğü daha önce bildirmiştim (32. not). Mohr ve Liebig konusunda da ruhbilimsel öncelliği *Naturphilosophie'* ye verme eğilimindeyim; çünkü her ikisi de kendi araştırmasında, yeni dönüşüm süreçleriyle pek uğraşmamıştır ve çünkü her ikisi çok büyük sıçramalar yapmışlardır. Durumları Grove ile Faraday'ınkilerle sert bir zıtlık göstermektedir; çünkü bunlar dönüşüm süreçlerinden korunuma giden sürekli bir yolda ilerliyor gibidirler. Ama bu süreklilik yanıltıcı olabilir. Grove (*Physical Forces,* ss. 25-27) Coleridge'e değinir ve Coleridge de *Naturphilosophie'* nin önde gelen İngiliz savunucusudur. Bu örneklerle ortaya çıkmış olan sorun bana göre hem gerçek ve hem de çözülmemiş olduğu için onun bu bildirisinin ana savlarını değil, kuruluşunu etkilemektedir demem daha yerinde olur. Dönüşüm süreçleri ile *Naturphilosophie* aynı bölümde ele alınabilir belki. Ama her ikisi birlikte ele alınmalıdır.

[84] Povl Vinding, "Colding, Ludwig August", *Dansk Biografisk Leksikon* (Copenhagen, 1933-44), ss. 377-82. Bu yararlı yaşamöyküsel skeçin bir özetini bana sağladıkları için Roy ile Ann Lawrence'e teşekkür ederim.

[85] E. von Meyer, *A History of Chemistry,* çev. G. McGoven, 3. bas. (London, 1906), s. 274. J. T. Merz, *European Thought in the Nineteenth Century* (London, 1923-50), I: 178-218, özellikle son sayfa.

[86] G. A. Hirn, "Etudes sur les lois et sur les principes constituants de l'univers", *Revue d'Alsace* I (1850): 24-41, 127-42, 183-201; agy. 2 (1851): 24-45. *Naturphilosophie'* yle ilgili yazılara yollamalar oldukça sık görülüyor. Çok elverişli olmasalar da. Öte yandan, bu parçanın başlığı da *Naturphilosophie'* yi

Naturphilosophie yapmamıştı ama yapmış olan öğrenci yakın arkadaşları vardı.[87] Helmholtz'un babası genç Fichte'nin yakın arkadaşı ve kendi çapında küçük bir *Naturphilosoph* idi ve oğlunu katı mekanizmden vazgeçmeye teşvik etmişti hep.[88] Helmholtz da, felsefi tartışmayı olduğu gibi klâsik muhtırasından kesip çıkartmak zorunluluğunu duymuş olmakla birlikte, 1881 yılı çevresinde ilk eleştirisinde gözden kaçmış olan Kantçı önemli kalıntıları teslim edebilmişti.[89]

Bu türden yaşamöyküsel parçalar, elbette düşünsel borçluluk duygularını dile getirmez. Ama, güçlü kuşkuları besleyebilirler ve daha ileri araştırma için örnek oluşturabilirler kesinlikle. Şimdilik sadece, bu araştırmanın yapılması gerektiği ve bunun verimli olacağının varsayılması için güçlü sebepler bulunduğu üzerinde durmak isterim. Bu sebeplerin çoğu, yukarda belirtilmişti; ama en güçlüsünün hangisi olduğu belirtilmemişti. 1840'larda Almanya, ne İngiltere'nin ne de Fransa'nın bilimsel saygınlığına henüz erişememiş olmakla birlikte, bizim o on iki öncümüzden beşi Alman, altıncısı Colding, Oersted'in öğrencisi bir Danimarkalı, yedincisi Hirn, *Naturphilosoph*'ları okumuş ve kendi kendini yetiştirmiş bir Alsaslı idi.[90] Bu yedi insanın eğitim çevresinde yerli ürünü sayılabilecek *Naturphilosophie* kimilerinin araştırmasında üretken bir rol oynamadıkça; öncülerin yarısından çoğunun, ilk önemli bilimsel üretim kuşağı aracılığıyla yalnız bir alandan nasıl çıkmış olduğunu anlamak çok güçtür. Ama hepsi bu kadar da değil. Sınandığında görülecektir ki, beş Alman, bir Danimarkalı ve bir Alsaslıdan oluşan bu özel grubun, enerji korunumu konusuna yaklaşımlarında çok açık kavramsal boşluklar bulduğumuz altı öncüden beşini nasıl kapsamına almış olduğunu açıklamakta da *Naturphilosophie*'nin etkisi yar-

---

esinliyor ve başlık içerdekilere uygundur.

87 B. Hell, "Robert Mayer", *Kantstudien* 19 (1914): 222-48.

88 Koenigsberger. *Helmholtz*, ss. 3-5, 30.

89 Helmholtz, *Abhandlungen*, I: 68.

90 Hirn'in yaşamı ve yapıtı üstüne çalışma, yaşamöyküsel ve biyografik birçok bilgi *Bulletin de la société d'histoire naturelle de Colmar* I (1899): 183-335'de bulunabilir.

dımcı olabilir.[91]

Eşzamanlı bulgulamayla ilgili bu ilk tartışma burada sona ermelidir. İçinden çıkıp geldiği birincil ve ikincil kaynaklarla karşılaştırılması onun eksikliklerini ortaya koyar. Sözgelişi, ne dinamik ısı kuramı, ne de sürgit devinimin olanaksızlığı görüşüyle ilgili nerdeyse hiçbir şey söylenilmemiştir. Her ikisinin de standart tarihlerde önemli yeri vardır ve her ikisi de daha geniş bir işleme içinde tartışılmak ister. Ancak, yanılmıyorsam eğer, bu savsaklanan etkenler ve daha başka benzerleri, burada tartışılan üçünün ivediliğiyle daha tam bir eşzamanlı bulgulama tartışmasına giremeyecektir. Sözgelişi, bu sürgit devinimin olanaksızlığı, öncülerin çoğu için temel bir düşünsel araç olmuştu. Birçoğunun enerji korunumuna nasıl gelmiş olduğu bu olmadan anlaşılamazdı. Ancak, düşünsel aracın tanınması, bir eşzamanlı bulgulama anlayışına pek yardımcı olamaz; çünkü, sürgit devinimin olanaksızlığı, Antikite'den bu yana bilimsel düşüncede özel bir

---

[91] Séguin altıncıdır ve düşüncesinin kaynağı tam bir bulmacadır. O bunu amcası Mongolfier'ye yükler (*Chemins de fer*, s. xvi), ama ben onun hakkında bir bilgi edinemedim bu konuda.

Yukardaki istatistikler, *Naturphilosophie'* ye açık alanların ille de ondan etkilenmiş olduklarını anlatmak doğrultusunda değildirler; ne de ben yapıtları herhangi bir kavramsal boşluk göstermeyen kimselerin de *ipso facto Naturphilosophie'* den etkilenmemiş olduklarını belirtmek isterim (83. nottaki saptamalara bak.) Bulmacayı oluşturan, Alman düşünsel geleneğinin egemen olduğu alandan gelen öncülerin bulunmasından çok üstünlük kurmalarıdır.

(Aşağıdaki paragraf, tartışma sırasında ortaya çıkan sorunlara yanıt olarak özgün elyazmasına eklenmişti.)

Profesör Gillispie, bildirisinde, *Naturphilosophie'* ye çarpıcı koşutluklar gösteren onsekizinci yüzyıl Fransa'sında az tanınan bir harekete dikkati çeker. Bu devinim, ondokuzuncu yüzyıl Fransa'sında gene yaygın bir durumda bulunsaydı, Alman bilimsel geleneği ile Avrupa'da yaygın olan başka bir gelenek arasında benim bulduğum karşıtlık tartışılabilirdi. Ama incelediğim ondokuzuncu yüzyıl Fransız kaynaklarının hiçbirinde *Naturphilosophie'* ye benzeyen bir şey görmedim ve Profesör Gillispie, bildirisinin üzerine dikkati çekmiş olduğu devinimin, yüzyılın bitiminde (belki biyolojiyle ilgili bölümlerin dışında) yitmiş olduğunu bütün bilgisiyle temin ediyor bana. Buna ek olarak şunu da göz önünde tutalım: Özellikle zanaatçılar ve kâşifler arasında yaygın olan bu onsekizinci yüzyıl devinimi, Montgolfier bulmacasına da bir anahtar verebilir (yukarıya bak).

yer tutar.[92] Aracın nerde olduğu bilindiği için, soru da şöyle olmuştur: Birdenbire o niçin yeni bir anlamlama ve yeni bir uygulama alanı kazanmıştır? Bize göre bu çok önemli bir sorudur.

Aynı kanıtlama, kısmen, benim ikinci savsaklanmış etkenler örneğime de uygulanabilir. Rumford'un haklı ününe karşın, dinamik ısı kuramı, nerdeyse Francis Bacon zamanından bu yana bilimsel bilincin düzeyine çok yaklaşmıştır.[93] Onsekizinci yüzyılın sonunda bile, Black ve Lavoisier'nin çalışmalarıyla geçici olarak yıldızı söndüğünde, dinamik kuram, bilimsel ısı tartışmalarında betimlenmiştir sık sık, sırf çürütülmek için olsa da.[94] De-

---

92 E. Hach, *History and Root of the Principle of the Conservation of Energy*, çev. Philip E. N. Jourdain (Chicago,1911), ss. 19-41; ve Haas, *Erhaltung*, böl. 4. Ayrıca, 1775'de Fransız Akademisinin sürgit devinim makinaları amaçlayan dizaynlar üzerinde durmamaya kesin karar verdiğini de unutmayalım. Öncülerimizin hemen hepsi sürgit devinimin olanaksızlığını kullanmıştır ve hiçbiri onun geçerliği üstüne iddia için en küçük bir zorunluluk duymamıştır. Buna karşılık evrensel dönüşümler görüşünün geçerliği üstüne uzun uzadıya tartışma gereğini duymuşlardır. Örneğin Grove'un *Physical Forces* (ss. 1-3) adlı kitabı, köktenci bir düşüncenin doğru bir işitiminin bir savunumuyla başlar. Bu düşünce, sonunda, metinde (ss. 4-44) uzun uzadıya geliştirilmiş evrensel dönüşümler görüşü olup çıkar. Sürgit devinimin olanaksızlığı, bu düşünceye rasgele, son yedi sayfada kanıt getirmeksizin uygulanmıştır (.., 45-52). Bu gibi olgular, evrensel dönüşümlerden ölçülmemiş bir korunum değişkesine ilerleyen adımları "oldukça açık" diye nitelemeye sürüklemiştir beni.

93 Onyedinci yüzyıl ısı kuramları için, bak, M. Boas, "The Establishment of the Mechanical Philosophy", *Osiris* 10 (1952): 412-541. Onsekizinci yüzyıl kuramları üstüne bilgilerin çoğu dağınık durumdadır: D. McKie ve N. H. de V. Heathcote, *The Discovery of Specific and Latent Heat* (London, 1935), ve H. Metzger, *Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique* (Paris, 1930). Öbür birçok yararlı bilgi, Berthold'un *Rumford und die Mechanische Wärmetheorie'* sinde (Heidelberg, 1875) bulunabilir; ama Berthold onyedinci yüzyıldan ondokuzuncu yüzyıla çok hızla sıçrayıverir.

94 Lavoisier'nin *Traité élémentaire de chimie'* sinin 1789'da yayınlanmasından önce kalorik kuramı gelişmiş bir biçimde pek az ortaya konmuş olduğu için, Rumford'un yapıtı yayınlanmadan önce, geriye kalan on yılda dinamik kuramının kökünü çok güçlükle ortadan kazıyabilmişti. Kanıtı şu ki, en keskin kaloristler bile hâlâ onun üzerindeki tartışmayı sürdürüyorlardı, bak. Armand Séguin, "Observations générales sur le calorique... B. Black, Crawford, Lavoisier ve Laplace'ın kuramı üzerine düşünceler", *Ann. de Chim*, (1789): 148-242, ve 5 (1790): 191-271, özellikle, 3: 182-90. Maddi ısı kuramının kökleri elbet Lavoisier'den daha

vinim olarak ısı görüşü öncülerin yapıtında yer aldığı ölçüde, bizlerin ilkin bu görüşün, daha önceleri çok az sahip olabildiği bir değeri, niçin 1830'dan sonra kazanmış olduğunu anlamamız gerekir.[95] Ayrıca, dinamik kuram çok büyük de görünmez. Bir atlama taşı olarak salt Carnot kullanmıştır onu. Mohr da dinamik kuramdan korunuma atlamıştır ama, bildirisi, başka uyaranların yardımı dokunduğunu da göstermektedir. Grove ile Joule kurama katılmışlarsa da, esasta bağımsız kalmışlardır.[96] Holtzmann, Mayer ve Séguin karşı çıkmışlardır ona – Mayer ateşli bir biçimde ve yaşamının sonuna değin.[97] Enerjinin korunumu ile dinamik kuram arasındaki açıkça görünen sıkı bağlantılar, büyük ölçüde, geçmişle ilgilidir.[98]

---

eskidir ama Rumford, Davy ve başkaları yeni bir kuramı karşı çıkarmaktadırlar gerçekte, eski kuramı değil. Çalışmaları, özellikle Rumford'unki, dinamik kuramı 1800'den sonra yaşatabilmiştir ama, Rumford kuram yaratmamıştı. Kuram ölmemişti.

[95] Yaklaşık ondokuzuncu yüzyılın ortasına değin, parlak bilim adamlarının dinamik *vis viva* korunumunu, ısı ile işin artık birbirine çevrilebileceğini hiç tanımaksızın ısının devinim olduğunu öngören kurama uygulayabildikleri çok az kabul edilmiştir. Şu aşağıdaki üç örneği ele alalım. Daniel Bernoulli, *Hydrodanimaca*'sının X. bölümünün sık sık alıntılanan paragraflarında, ısıyı parçacıksal *vis viva* ile eşitler ve gaz yasalarını türetir. Sonra 40. paragrafta, bu kuramı bir gazı ilk hacminin belli bölümüne sıkıştırabilmek için belli bir ağırlığın düşmesi gereken yüksekliğin hesaplanmasına uygular. Çözümü, gazı sıkıştırmak için düşürülen ağırlıktan çıkarılan devinim enerjisine verir, ama, bu enerjinin gaz parçacıklarına aktarılması gerektiğini ve dolayısıyla gazın sıcaklığının yükselmesi gerektiğini hiç farkedemez. Lavoisier ve Laplace, klâsik olmuş muhtıralarının 357-59. sayfalarında, (72. nota bak.) enerji korunumunu, bütün deneysel amaçlarda, kalorik ve dinamik kuramlarının kesinlikle eşdeğer olduğunu gösterebilmek için, dinamik kuramına uygularlar. *Traité de physique expérimentale et mathématique* (Paris, 1816), I: 66-67 yapıtında J. B. Biot, aynı kanıtı yineler ve aynı bölümde başka bir yerde de yineler. Isı ile ilgili Grove'un yanılması (34. not), korunum süreçleri anlayışının bile, bu gerçekten evrensel yanılmadan bilim adamlarını koruyacak denli bazen yeterli olmadığını gösterir.

[96] Grove, *Physical Forces*, ss. 7-8. Joule, *Papers*, ss. 121-23. Eğer ısıya devinim gözüyle bakmasalardı, bu iki adam kuramlarını geliştiremezdi, ama yayınlanmış yapıtları böyle bağlayıcı hiçbir bağlantı göstermez.

[97] Holtzmann'ın muhtırası kalorik kurama dayalıdır. Mayer için, Weyrauch, I, ss. 265-72 ve II, s. 320, n. 2'ye bak. Séguin için *Chemins de fer*, s. xvi'e bak.

[98] Dinamik kuramının enerjinin korunumu ile kolayca ve çabuk özdeşleşti-

Bu iki savsaklanmış etkeni, tartışmış olduğumuz bir üçüncüsüyle karşılaştıralım. Korunum bulgulamalarının atılımı 1800 tarihinden başlar. Dinamik makinalarla ilgili teknik araştırmalar, 1760'tan önce bilimsel literatürde, çok seyrek yinelenen öğelerdi ve yoğunlukları da bu tarihten sonra hep artmıştır.[99] *Naturphilosophie,* ondokuzuncu yüzyılın[100] ilk iki onyılında doruğuna ulaşmıştı. Bundan başka, bu öğelerin üçü de toptan, belki sonuncusu dışında, öncülerin en azından yarısının araştırmasında önemli roller oynamışlardı. Ama bu demek değildir ki, bu etkenler enerjinin korunumunda hem bireysel ve hem de ortaklaşa bulgulamaları açıklayabilir. Çünkü, eski bulgulamaların ve görüşlerin birçoğu, öncülerin tümünün çalışmasında esastı; birçok yenileri de bireylerin çalışmalarında önemli roller oynuyorlardı. Bütün bu olup bitenlerin nedenlerini biz ortaya çıkarıp koymadık ve çıkarmayacağız da. Ama yukarda tartışılmış olan üç etken, asli kümeleşmeyi yine sağlayabilir, başlarken sorduğumuz şu soruya göre: 1830-1850 yıllarında, enerji korunumunun tam bir anlatımı için gerekli olan bunca deneyim ve görüş, bilimsel bilinç düzeyine nasıl bu denli yakın bulunuyor?

---

rilmesi, Weyrauch II, ss. 320 ve 428'de alıntılanan Mayer'in çağdaş yanlış-yorumlanmalarıyla gösterilmiştir. Ama klâsik durum Lord Kelvin'inkidir. 1850'ye değin kalorik kuramı araştırmasında kullanıldıktan sonra, ünlü "Dinamik Isı Kuramı Üstüne" bildirisini (*Mathematical and Physical Papers,* Cambridge, 1882, 1: 174-75) , elli üç yıl önce David'in, dinamik kuramını "kurması" üstüne bir dizi saptamayla açar. Sonra, şöyle sürdürür: "Mayer ve Joule'ün yakında yapmış olduğu bulgulamalar, *gerektiğinde,* Humphry Davy'nin görüşlerinin tam bir pekiştirmesini sağlar" (vurgu benim). Ama Davy 1799'da dinamik kuramını kurduysa ve korunumun geri kalanı bundan kaynaklanıyorsa, Kelvin'in de belirttiği gibi, 1852'den önce Kelvin'in kendisi ne yapmaktaydı?

[99] Soyut dinamik makina kuramlarının zaman içinde bir başlangıcı yoktur asla. Ben 1760'ı seçiyorsam, bunun sebebi, onun, Smeaton ile Borda'nın önemli ve geniş çapta değinilen yapıtlarıyla ilgili olmasıdır.

[100] Merz, *European Thought,* 1: 178, n. 1.

5 Bilim Tarihi

International Encyclopedia of the Social Science, cilt 4 (New York: Crowell Collier and Macmillan, 1968), ss. 74-83'de yayınlanan makaledir.

Bağımsız bir mesleki disiplin olarak bilim tarihi, uzun ve çeşitli bir tarih-öncesinden daha hâlâ doğmakta olan yeni bir alandır. Sadece 1950'den bu yana ve başlangıçta da yalnız Birleşik Devletler'de, giderek, genç uygulayıcılarının çoğunluğu, bu alanda tam-zamanlı bir öğretim mesleği için yetiştirilmiş ve buna bağlanmış bulunmaktadır. Çoğu yalnız amatörce çalışmalarıyla tarihçi olan ve, dolayısıyla, amaçlarını ve değerlerini asıl olarak başka bir alandan edinen öncüllerinden, bu genç kuşak, kimi zaman birbiriyle bağdaşmayan kimi amaçları bir kalıt olarak devralmıştır. Bunun sonucu ortaya çıkan gerginlikler, mesleğin giderek olgunlaşması yüzünden gevşemiş olsalar da, bilim tarihi literatürünün seslenmeyi sürdürdüğü birincil değişken tüketici toplulukları arasında özellikle hâlâ görülebilmektedir. Bu koşullar altında, gelişim ve bugünkü durum üstüne herhangi bir kısa açıklama, çoktandır artık oturmuş olan bir meslek için yapılandan daha kişisel ve daha umut verici olacaktır kaçınılmaz olarak.

Alanın Gelişmesi.

Çok yakın zamanlara değin bilim tarihi yazmış olanların çoğu, gerçek bilim adamlarıydı, hem de kimi zaman seçkin kişilerdi. Tarih genel olarak, onlara göre, öğretimin bir yan-ürünüydü. Özünden gelen bir çekicilikten öte, uzmanlıklarının kavramlarını

açıklığa kavuşturabilecek, geleneğini kurup yerleştirebilecek ve öğrencilerin ilgisini çekebilecek bir araç görüyorlardı onda. Bunca teknik kitabın ve monografinin başlangıcını oluşturan tarihsel bölüm, bilim tarihi için, yüzyıllar boyu bir ilk biçim ve tek kaynak olmuş bulunan şeyin, çağdaş örneklendirilmesidir. Bu geleneksel yazın türü, klâsik Antikite'de, hem teknik üstüne elkitaplarının tarih bölümlerinde ve hem de astronomi ve matematik gibi çok gelişmiş eski bilimlerin bağımsız tarihlerinde kendini göstermişti. Benzeri çalışmaların –yiğitlik üstüne yaşamöykülerinin giderek büyüyen hacmiyle birlikte– Yeniden-Doğuştan onsekizinci yüzyıl içine varıncaya, sürekli bir tarihi olmuştu; çünkü, ürünleri, ilerlemenin hem kaynağı ve hem de örneği olarak, Aydınlanma hareketinin bilim görüşüyle desteklenmişti. Kimi zaman hâlâ hiç değiştirilmeden olduğu gibi kullanılan ilk tarihsel incelemeler, bu dönemin son elli yılından devrolmuştur ve, Lagrange'ın teknik yapıtlarında olduğu gibi, yanı sıra Montucla'nın (matematik ve fizik bilimi), Priestley'in (elektrik ve optik), ve Delambre'ın (astronomi) heybetli kitaplarında kayda geçmiş tarihsel anlatılar bunlar arasındadır. Ondokuzuncu ve erken yirminci yüzyıllarda, seçenekli yaklaşımlar gelişme göstermeye başlamış olsalar da, bilim adamları kendi uzman alanlıkları üstüne yaşamöyküleri ve göz kamaştırıcı tarih kitapları üretmeyi sürdürmüşlerdi; sözgelişi Kopp (kimya), Poggendorff (fizik), Sachs (botanik), Zittel ile Geikie (yerbilim) ve Klein (matematik) gibi.

Zaman zaman birincisinden ayırt edilemeyen, ikinci bir temel tarih yazımcılığı geleneği, amaçlarında, daha belirtik bir biçimde, felsefi nitelikteydi. Onyedinci yüzyılın ilk yıllarında, Francis Bacon, insan aklının doğasını ve gerçek kullanımını anlamak isteyenlere öğrenim tarihlerinin yararlılığını bildiriyordu. Condorcet ile Comte, Bacon'ın izinden giderek, gerçek ussallığın düzgüsel betimlemelerini Batı bilimsel düşüncesinin tarihsel araştırmalarından temellendirmeye kalkışan felsefi eğilimli yazarların sadece en ünlülerindendi. Ondokuzuncu yüzyıldan önce bu gelenek, belirgin bir biçimde, programatik bir nitelikte kalıyordu, pek önemi olmayan tarihsel bir araştırma ortaya koyuyordu. Yalnız, daha sonra, özellikle Whewell'in,

Mach'ın ve Duhem'in yazılarında, felsefi çalışmalar bilim tarihinde yaratıcı bir etkinlik için birincil bir etmen oldu ve o günden bugüne önemlerini de korumaktadırlar.

Bu tarih yazımı geleneklerinin ikisi de, ondokuzuncu yüzyıl Alman siyasal tarihinin metin-eleştirisi teknikleriyle denetlendiklerinde özellikle, öğretim anıtları ortaya koyuyorlardı kimi zaman ve çağdaş tarihçinin bunu gözardı etmesi, kendisi için tehlikeli olabilirdi. Ne var ki bunlar, doğuş halindeki mesleğin günümüzde büyük ölçüde reddetmiş olduğu bir alan görüşünü güçlendiriyorlardı aynı zamanda. Bu eski bilim tarihlerinin amacı, *çağdaş* bilimsel yöntemlerin ve kavramların anlaşılmasını, evrimlerini sergilemek yoluyla, açıklığa kavuşturmak ve derinleştirmekti. Bu tür amaçlara bağlanmış olan tarihçi, belirgin bir biçimde tek bir yerleşik bilim ya da bilim dalını seçiyor –sağlam bilgi olarak stütüsünden pek az kuşkulanılabilecek birini seçiyor– ve zamanında inceleme konusunu ve olası yöntemini oluşturmuş olan öğelerin, ne zaman, nerede ve nasıl varlık kazanmış olduğunu açıklıyordu. Çağdaş bilimin yanılgı ya da konudışı diye bir kenara bıraktığı gözlemler, yasalar ve kuramlar; yöntembilimsel bir ahlak göstermedikçe ya da uzayıp giden belli bir verimsizlik dönemini açıklamadıkça, çok seyrek olarak ele alınıyordu. Benzeri seçme ilkeleri, bilimin dışındaki etkenlerin tartışılmasını da yönlendiriyordu. Bir engel gibi görülen din, ve araçlandırmada zaman zaman ilerlemenin önkoşulu gibi görülen teknoloji, nerdeyse yegâne dikkati çeken etmenlerdi. Bu yaklaşımın vardığı sonuç, son zamanlarda, filozof Joseph Agassi tarafından parlak bir biçimde karikatürize edilmiştir.

Ondokuzuncu yüzyılın ilk yıllarına değin bunlara çok benzeyen belirgin çizgiler, birçok tarihsel yazıyı biçimlendirmişti elbet. Uzak dönemlere ve yerlere karşı romantiklerin göstermiş olduğu tutku, genel tarihçiler kendininkilerinden başka değer dizgelerinin önemini ve bütünselliğini daha tanıyamadan, Kutsal Kitap eleştirisi üstüne bilgince standartlarla birleşmek zorunda kalmıştı. (Sözgelişi, ondokuzuncu yüzyıl, Orta Çağların ilk kez bir tarihi olduğu kabul edilen bir dönemdi.) Birçok çağdaş tarihçinin kendi alanları için esas sayacağı duyarlıktaki bu dönüşüm, bilim tarihine hemen yansıyıvermişti. Hem romantikler

ve hem de bilim tarihçileri, daha başka hiçbir şey üzerinde anlaşamasalar da, bilimin gelişimini, aklın nerdeyse mekanik ilerlemesi; ustaca geliştirilen sağlam yöntemlere doğa gizlerinin peşpeşe teslim olması gibi görmeyi sürdürmekteydi. Bilim tarihçileri, yalnız bu yüzyılda, kendi konularına, uzgörüyle belirlenmiş teknik bir uzmanlıktaki kesin kazanımların birikiminin kronolojisinden farklı bir şey olarak bakmayı öğrenmişlerdi yavaş yavaş. Birçok etkenin katkısı vardı bu değişiklikte de.

En önemli bir etki de, geç ondokuzuncu yüzyılın başında, felsefe tarihinin etkisi olmuştu belki. Salt bu alanda, en partizan kişi de, pozitif bilgiyi yanılgı ve boş inançtan ayırt etme gücüne güvenebilirdi. O zamandan beri çekiciliğini yitirmiş fikirlerle uğraşan tarihçi, Bertrand Russel'ın daha sonra özlü bir biçimde dile getirmiş olduğu bir buyruğun etkisinden kurtulamıyordu: "Bir filozofun incelenmesinde doğru olan tutum ne saygıdır, ne de öfke; her şeyden önce, kuşkulu bir duygudaşlıktır, ta ki kuramlarında inanılır gibi görünen şeyi bilmek olanak kazana." Geçmişteki düşünürlere karşı izlenmiş olan bu tutum, bilim tarihine felsefeden gelmişti. Kısmen, bilimsel gelişim içinde önemli olan kişiler ya da fikirlerle tarihsel açıdan ilgilenmiş Lange ve Cassirer gibi insanlardan öğrenilmişti. (Burtt'ün *Metaphysical Foundations of Modern Physical Science* ve Lovejoy'un *Great Chain of Being* adlı kitapları, bu bakımdan özellikle etkili olmuştu.) Kısmen de, küçük bir Yeni-Kant'çı gruptan, özellikle Brunschvicg ile Meyerson'dan öğrenilmişti; çünkü bunların eski bilimsel fikirlerde saltıkımsı düşünce ulamları üstüne yapmış oldukları araştırma, bilim tarihinde büyük geleneğin yanlış anladığı ya da gözden kaçırdığı kavramlarla ilgili, parlak, oluşsal (genetik) çözümlemeler ortaya koymuş bulunmaktaydı.

Bu dersler, çağdaş mesleğin günyüzüne çıkışında bağlayıcı etkisi olan başka bir olayla da güçlenmiştir. Yaklaşık bir yüzyıl sonra, Orta Çağlar genel tarihçinin gözünde önem kazanmıştı; Pierre Duhem'in çağdaş bilimin kaynakları üstüne araştırması, Orta Çağ fizik düşüncesinde bir geleneği ortaya koymuştu; Aristoteles'in fizik anlayışı karşısında olan bu geleneğin, onyedinci yüzyılda geliştirilen fizik kuramının dönüşümünde esaslı bir rol oynadığı yadsınamazdı. Galileo fiziğinin ve yönteminin yapıcı

öğelerinden pek çoğu buna bağlıydı. Ne var ki, Galileo fiziğiyle ya da Newton fiziğiyle onu büsbütün bir tutmak da olamazdı. Bilimsel Devrim denen şeyin yapısını değişmez görerek, buna karşılık onu zaman içinde geniş ölçüde genişleterek bu olamazdı. Onyedinci yüzyıl biliminin esaslı yenilikleri; Orta Çağ bilimi ilkin kendi terimleri çerçevesinde ve sonra "yeni bilim"in üzerinde yükselmiş olduğu temel olarak araştırıldığında anlaşılabilirdi ancak. İşte hepsinin üstünde bu güçlük, modern bilim tarihi yazımını biçimlendirmişti. 1920'den bu yana çağrıştırmış olduğu yazılar, özellikle de E. J. Dijksterhuis'un, Anneliese Maier' in ve hele Koyré'ninkiler, birçok çağdaşımızın örnek aldığı modellerdir. Buna ek olarak, Orta Çağ biliminin bulgulanması ve Yeniden-Doğuş'un rolü, bilim tarihinin daha geleneksel tarih örnekleriyle bütünleşebileceği ve bütünleşmesi gereken bir alanı da ortaya koymuştu. Bu görev henüz yeni başlamıştı ama, Butterfield öncü bireşimi ve Panofsky ile Frances Yates'in özel çalışmaları, daha da genişleyecek ve izlenecek bir yolu göstermektedir kuşkusuz.

Çağdaş bilim tarihi yazımının oluşmasında üçüncü bir etken, bilimsel gelişimi inceleyenlerin bir bütün olarak pozitif bilgi ile ilgilenmesi ve bilimle ilintili genel tarihlerin özel bilimler ile ilgili tarihlerin yerini alması üzerinde sık sık durulması olmuştur. Bacon'a ve daha özel olarak da Comte'a değin bir program olarak izi sürdürüldüğünde, bu istem, bu yüzyılın başından önce; yani, saygınlığı herkesçe kabul edilen Paul Tannery onu etkileyici bir biçimde yeniden ele aldığında ve, sonra da, George Sarton'un anıtsal araştırmalarında uygulamaya geçirildiğinde yalnız, yüksek öğretimdeki gelişmeyi pek az etkileyebilmiştir. Daha sonraki deneyim, gerçekte bilimlerin hepsinin yapıca bir olmadığını ve genel bir bilim tarihinin gerektirdiği insanüstü bir bilginin bile bunların ortak evrimini tutarlı bir anlatıya pek uyduramayacağını göstermiştir. Ama girişim çok önemli sonuçlar vermiştir; çünkü, çağdaş bilimin müfredatında yer alan, bilginin bölümlere ayrılmasını, geçmişe yüklemenin olanaksızlığını ortaya koymuştur. Günümüzde tarihçiler giderek artan bir biçimde, tek tek bilim dallarının ayrıntılı incelenmesine sırtlarını çevirdiklerinden, kendilerini ilgilendiren dönem-

lerde halen varolan alanları inceliyorlardı. Bunun sonucu, kısmen genel tarihten ve kısmen de Alman toplumbilimi ve Marx'çı tarih-yazımı sanatından türeyen; bilimsel gelişmede, düşünsel-olmayan, özellikle de kurumsal ve sosyo-ekonomik olan etkenlerin rolüne karşı ilgi artmıştı. Ama, yukarda tartışılanlardan farklı olarak, bunlara karşılık olan o etkiler ve çalışmalar, günyüzüne çıkmakta olan meslekçe bugüne değin nerdeyse özümsenmemiştir hiç. Bütün yeniliklerine karşın, yeni tarih-yazımı (matematiksel, gözlemsel ve deneysel) araçların ve bilimsel düşüncelerin evrimine daha çok yönelmiş bulunmaktadır; bu düşünceler ve araçlar, onun aracılığıyla, birbiriyle ve doğayla karşılıklı olarak etkileşebilmektedir. Koyré gibi en iyi uygulayıcıları, ele almış oldukları tarihsel gelişmelerde, genellikle kültürün düşünsel-olmayan yanlarının önemini küçüksemişlerdir. Aralarından birkaçı da, ekonomik ve kurumsal görüşlerin, bilim tarihi içine alınmasını, bilimin kendi bütünlüğünün yansımasıymış gibi görmüştür. Bunun sonucu olarak, sanki aynı zamanda iki ayrı bilim tarihi varmış gibi görünmüştür, aynı kapaklar içinde arasıra görünen, ama çok seyrek olarak, kuvvetle ve yararlı bir biçimde birbirine değinen iki ayrı tarih varmış gibi. Çoğun "içsel yaklaşım" adıyla anılan ve bugün başat olan (tarih – ç.n.) biçimi, bilgi olarak bilimin maddesine ilgi duyar. Çoğun "dışsal yaklaşım" adıyla anılan ve birincisinin yeni rakibi olan biçim, daha yaygın (büyük) bir kültür içinde sosyal bir grup olarak, bilim adamlarının etkinliğine ilgi duyar. Bunların ikisini bir araya getirmek, mesleğin yüzyüze geldiği en büyük sorundur belki de ve bir çözümün giderek artan göstergeleri de vardır. Ama bu çalışma alanının bugünkü durumu üstüne herhangi bir araştırma, ne çare ki, hâlâ bu iki konuyu gerçekten birbirinden ayrı girişimler olarak işlemek zorundadır.

İçsel Tarih

Yeni içsel tarih-yazımı kuralları nelerdir? Olanağı bulunduğu ölçüde, tarihçi, bildiği bilimi bir yana bırakmalıdır (hiçbir zaman tümüyle böyle olamaz, böyle olsaydı zaten tarih yazılamazdı). Onun bilimi, üzerinde çalıştığı dönemin gazetelerinden

ve metinlerinden öğrenilmelidir ve tarihçi bunları ve, bulgulamaları ve buluşları bilimsel ilerlemenin doğrultusunu değiştiren yenilikçilerle kapışmadan önce, bunların sergiledikleri yerleşik gelenekleri iyice bilmelidir. Yenilik getirenlerle uğraşırken, tarihçi onların düşündükleri gibi düşünmeye çalışmalıdır. Bilim adamlarının çoğu kez akıllarından geçirmedikleri sonuçlarla ün kazandıklarını da kabul ederek, konusunun (yani bilim adamının) hangi problemler üzerinde çalıştığını ve bunların onun için nasıl birer problem olduklarını soruşturmalıdır. Tarihsel bir bulgulamanın, daha sonradan yayınlanmış ders-kitaplarında belirtilen yaratıcısına yüklenmiş olanla çok az benzer olduğunu kabul ederek (öğretim amaçları, bir anlatıyı ister istemez değişikliğe uğratır), tarihçi, konusunu oluşturan kişinin bulgusunu yaptığında ne düşündüğünü ve bu bulgulamanın temeli olarak neyi almış olduğunu soruşturmalıdır. Ve bu yeniden kurgulama süreci içinde tarihçi, konusunu oluşturan kişinin açık yanılgılarına; kendileri için değil, iş başında olan zihniyetin, bir bilim adamının, modern bilimin henüz tutmakta olduğu bir sonucu ya da bir kanıtı kaydediyormuş gibi göründüğü pasajlarda açığa vurduğundan daha fazlasını ortaya çıkardıkları için, özel bir dikkatle eğilmelidir.

Çünkü en azından otuz yıl, bu özdeyişlerin günyüzüne çıkarmayı öngördüğü durumlar, bilim tarihinde gitgide artan bir tempoyla en iyi yorumsal öğretime yol göstermişlerdir ve işte bu makale de bu türden bir öğretime öncelikle eğilmektedir. (Aralarındaki ayrım pek keskin olmasa da, başka tipler de vardır elbet ve bilim tarihçilerinin pek saygıya değer çabalarının çoğu da bunlara ayrılmıştır. Ama sözgelişi, Needham, Neugebauer ve Thorndike gibi, zorunlu katkıları, daha önceleri ancak mitos yoluyla bilinen gelenekleri ve metinleri saptayıp anlaşılır kılmış olan kimselerinki gibi bir çalışmayı ele almanın yeri değildir burası.) Yalnız inceleme konusu büyüktür; şimdiye değin meslekten çok az bilim tarihçisi çıkmıştır (1950'de Birleşik-Devletler'de bir düzinenin yarısını ancak geçecek kadar); ve bunların konu seçimi de rastlantıdan çok uzaktadır. Temel gelişim çizgilerinin bile belirtilmediği geniş alanlar bulunmaktadır hâlâ.

Belki de özel itibarları dolayısıyla fizik, kimya ve astronomi

bilim tarihi literatürüne egemen olmaktadır. Ama bu alanlarda bile çaba eşitçe dağıtılmış değildir, özellikle de bu yüzyılda. Bu alanlar, geçmişte çağdaş bilgiyi araştırmışlardı, ondokuzuncu yüzyıl bilim adamı tarihçileri, çoğun Antikite'den kendi zamanlarına kadar ya da ona yakın bir zamana kadar geçen dönemdeki araştırmaları derlemişlerdi. Yirminci yüzyılda Dugas, Jammer, Partington, Truesdell ve Whittaker gibi birkaç bilim adamı, benzeri bakış açısından yazılar kaleme almışlardı ve araştırmalarının kimisi özel çalışma alanlarının tarihini, günümüze yaklaştırmıştı. Ama, en gelişmiş bilimlerin pek az uygulayıcısı bugün tarih yazmaktadır ve gelişmekte olan meslek üyeleri de bu zamana değin çok fazla dizgeli ve dar bir yolla seçmeci olmuştur, birçok talihsiz sonucun doğmasına yol açmıştır. Çalışmalarının gerektirdiği kaynaklara derinden ve içten bir yakınlıkla dalış, geniş ölçekteki araştırmaları engellemektedir aslında, en azından, çalışma alanının büyük bölümünün derinlemesine incelenmesinden önce. Boş bir yazı tahtasından yola çıkan –çünkü en azından böyle hissediyorlardı kendilerini– bu grup, doğal bir yolla, bu bilimin gelişimindeki ilk evreleri saptamaya çalışıyordu ilkin ve bu noktanın ötesine geçen de çok az oluyordu. Ayrıca, son birkaç yıla gelinceye yeni gruptan hemen hiçbir üye, teknik bakımdan çok gelişkin disiplinlerin en son araştırmasına bir vekil olarak katılıcı olmak için yeterli derecede bilim üzerinde egemenlik kurmuş değildi (genelde bağlayıcı bir engel olan, özellikle matematik bilimine).

Bunun sonucu olarak, hem daha çok ve hem daha iyi hazırlıklı insanların çalışma alanına girmesiyle durum hızla değişmekte olsa bile şimdi, bilim tarihinin son zamanlardaki literatürü, teknik kaynaklı gereçlerin temel bilimsel üniversite eğitimi görmüş bir insan için anlaşılır olmaktan çıktığı noktada, sona ermeye başlar. Leibniz'e varıncaya matematik incelemeleri (Boyer, Michel) Newton'a varıncaya astronomi ve mekanik incelemeleri (Clagett, Costabel, Dijksterhuis, Koyré ve Maier); Coulomb'a varıncaya elektrik (Cohen); ve Dalton'a varıncaya kimya (Boas, Crosland. Daumas, Guerlac, Metzger) ile ilgili güzel incelemeler vardır. Ama, onsekizinci yüzyıl matematiksel fizik bilim ya da ondokuzuncu yüzyılda herhangi bir fizik bilimi

üstüne, yeni gelenek içinde hemen hiçbir çalışma yayınlanmamıştır şimdiye değin.

Biyoloji ya da yerbilimlerine gelince, bu alanda literatür daha da az gelişmiş bulunmaktadır; bunun nedeni; kısmen, fizyoloji gibi, tıpla yakından ilişkisi olan alt-uzmanlıkların sadece, geç ondokuzuncu yüzyıldan önce, mesleki bir statüyü gerçekleştirebilmiş olmasıdır. Bilim adamlarınca yapılmış olan pek az eski araştırma vardır ve mesleğin yeni üyeleri çoklukla bu alanları araştırmaya başlamışlardır şimdi. En azından hızlı bir değişme umudu doğmuştur biyolojide; ama, bu noktaya gelinceye, en başta incelenmiş olan alanlar ondokuzuncu yüzyıl Darwin'ciliği ile onaltıncı ve onyedinci yüzyılların anatomisi ve fizyolojisidir. Ne var ki, bu alanların ikincisinde kitap uzunluğundaki çalışmaların en iyisi (örneğin, O'Malley ve Singer), genel olarak özel problemleri ve kişileri ele alırlar ve dolayısıyla pek az evrilen bilimsel gelenek sergilerler. Darwin'e hem veriler ve hem de sorunlar sağlayan teknik uzmanlıkların tam dürüst tarihlerinin bulunmaması yüzünden, evrim üstüne literatür, felsefi bir genellik düzeyinde yazılmıştır; bu durum da onun *Türlerin Kökeni* adlı yapıtının, bilimler alanında çok daha küçük bir başarı olduğu halde, nasıl büyük bir başarı olabildiğini anlamayı güçleştirir. Dupree'nin botanikçi Asa Gray üstüne model incelemesi, kayda değer pek az ayrıksı-durumlar arasındadır.

Buraya değin yeni tarih-yazımcılığı, toplumsal bilimlere dokunmamıştır. Bu alanlarda tarih literatürü, varolduğu yerde, ilgili bilimin uygulayıcılarınca ortaya konur tümüyle; Boring'in *History of Experimental Psychology*'si başta gelen örneklerden biridir. Fizik bilimlerinin eski tarihleri gibi bu literatür de çoğun gereklidir; ama, tarih olarak, onların sınırlanmalarını da paylaşır. (Görecelikle yeni bilimlerde bu durum tipiktir: Bu alanlarda çalışanların kendi uzmanlıklarının gelişimi üstüne bilgili oldukları umulur genellikle; böylece onlar da yarı-resmi bir tarih edinirler; bundan böyle artık Gresham yasasına benzeyen bir şey uygulanır.*) Dolayısıyla bu alan hem bilim tarihçisine

* Gresham Yasası: Kötü para iyi parayı piyasadan kovar (ç.n.).

ve hem de art-alanı çoğun bu alanların isterlerine özellikle uygun düşen, genel düşünsel ya da sosyal tarihçiye daha çok özel fırsatlar verir. Amerikan insanbilim tarihi üstüne Stocking'in ilk yayınları, genel tarihçinin, kavramları ve sözlüğü çok yakın zamanlarda sadece gizemleşmiş olan bilimsel bir alana uygulayabildiği bakış açısı için özellikle verimli bir örnektirler.

Dışsal Tarih

Hem gelişimin ve hem de etkilerinin anlaşılmasını daha da artırabilen bir kültürel bağlam içine bilimi yerleştirme girişimleri, üç belirgin yol tutmuştur; bunların da en eskisi, bilimsel kuruluşların incelenmesidir. Piskopos Sprat, *Royal Society of London* üstüne öncü tarihini, bu kuruluş ilk beratını almadan önce hazırlamıştı nerdeyse ve o zamandan bu yana bilimsel kurumların tek tek sayısız ev-içi tarihi olmuştur. Bu kitaplar yine de tarihçi için kaynak gereçler olarak çok yararlı olmaktadır ve yalnız bu yüzyıl içinde, bilimsel gelişimi araştıranlar bunları kullanmaya başlamışlardır. Bu arada daha başka kurumlar, özellikle de bilimsel ilerlemeyi destekleyebilen ya da ketleyebilen eğitimsel kurumları incelemeye başlamışlardır, ciddiyetle. Bilim tarihinde, başka yerde de karşılaşıldığı gibi, kurumlarla ilgili literatürün çoğu, onyedinci yüzyılı işler. Bunun da çoğu, periyodik dergilerde dağınık bir biçimde bulunmaktadır (bir zamanların bu kitap-boyu standart açıklamaları, ne yazık ki artık tutulmamaktadır); bilim tarihini ilgilendiren çok daha başka şeylerle birlikte, *Isis* gazetesinin yıllık "Critical Bibliography" aracılığıyla ve Paris'te Centre National de la Recherche Scientifique' in üç ayda bir çıkan *Bulletin signalétique'* i aracılığıyla, bu literatürden bulunup çıkarılabilir. Fransız kimyasının meslekleştirilmesi üstüne Guerlac'ın klâsik yapıtı, Schofield'in Lunar Society tarihi ve Fransa'da bilimsel eğitim üstüne son zamanlarda çıkan ortaklaşa kitap (Taton), onsekizinci yüzyıl bilimsel kurumları ile ilgili çok az yapıt arasında yer alırlar. Ondokuzuncu yüzyıla gelince, sadece Cardwell'in İngiltere incelemesi, Dupree'nin Birleşik-Devletler ve Vucinich'in Rusya incelemeleri; Merz'in *History of European Thought in the Nineteenth Cen-*

tury adlı kitabının birinci cildinde, çoğun dipnotları biçiminde, dağılıp saçılmış olan parçasal, ama son derece öğretici saptamaların yerini almaya başlamıştır.

Düşünsel tarihçiler Batı düşüncesinin değişik yanları üstüne bilimin yapmış olduğu etkileri sık sık ele almışlardır; özellikle, onyedinci ve onsekizinci yüzyıllarda. Ama, 1700'den bu yanaki dönemde, bu çalışmalar, bilimin yalnız itibarını değil de etkisini ortaya koymayı amaçlamaları bakımından, özellikle doyurucu olamamışlardır. Bir Bacon'ın, bir Newton'un ya da bir Darwin'in adı etkileyici bir simgedir: Yüklü bir borcu belirtmekten başka, birçok sebep vardır adlarını yad etmek için. Sözgelimi bir gezegeni yörüngesinde tutan kuvvetler ile A.B.D. anayasasındaki *checks and balances* (parlamenter düzende güçler ayrımı) dizgesi arasında ortaya konan kavramsal koşutlukların tanınması, çoğu zaman bilimin öbür yaşam alanları üzerindeki etkisinden çok, yorum hünerini ortaya koyar. Kuşkusuz, bilimsel kavramlar, özellikle de geniş kapsamlı olanlar, bilimdışı düşünceleri değiştirmekte yardımcı olurlar elbet. Ama, bu türden değişikliğin meydana getirilmesinde oynadıkları rolün çözümlenmesi, bilim literatürüne iyice girmeyi gerektirir. Eski bilim tarihi yazımı, doğası gereği gerekli olanı sağlamaz; yeni tarih yazımı da pek etkili olamayacak denli yenidir ve ürünleri de pek parçalıdır. Aralarındaki açıklık büyük olmasa da, fikir tarihçisi ile bilim tarihçisi arasında olduğundan daha çok köprü kurulmasına gerek duyulan bir gedik yoktur. Bereket birkaç yapıt var elde yol gösterecek. Nicolson'un onyedinci ve onsekizinci yüzyıl literatüründe öncü bilimsel çalışmaları, Westfall'ın doğal din üzerine tartışması, Gillispie'nin *Aydınlanma* kitabının bilim üstüne bölümü ve onsekizinci yüzyıl Fransız düşüncesinde yaşamsal bilimlerin rolü üstüne Roger'nin anıtsal araştırması, en son çıkan yapıtlar arasında anılabilir.

Kurumlara ve kişilere karşı gösterilen ilgi, doğal olarak, bilimsel gelişime üçüncü bir yaklaşımla birleşmektedir. Bu durum da herhangi bir teknik uzmanlığın evrimi üzerinde odaklamaya elvermeyecek denli küçük, ama, bilimin toplumsal rolü ve yeri üstüne bir anlayışı güçlendirecek denli yeterince türdeş, coğrafi bir alanda bilim incelemesidir. Bütün dışsal tarih örnekleri

içinde bu en yenisi ve en açıklayıcısıdır; çünkü en geniş ölçüde tarihsel ve sosyal bir deney ve yetenek gerektirmektedir. Amerika'da bilimle ilgili literatürün küçük ama hızla gelişmesi (Dupree, Hindle, Shryock), bu yaklaşımın açık bir örneğini oluşturur. Fransız Devriminde bilim üstüne günümüzdeki incelemelerin benzeri bir aydınlanmaya yol açabileceği umulmaktadır. Merz, Lilley ve Ben-David, benzeri birçok çabanın harcanması gereken, ondokuzuncu yüzyılın kimi yanlarına işaret etmektedirler. Ne var ki, büyük bir etkinlik ve dikkat uyandırmış olan bir konu, onyedinci yüzyıl İngiltere'sinde bilimsel gelişmedir. Hem çağdaş bilimin kökeni üstüne ve hem de bilim tarihinin ne olduğu üstüne koparılan gürültülü tartışmanın özeği olduğundan, bu literatür, ayrı bir tartışma için uygun bir odak noktasıdır. Burada o, bir araştırma örneğini temsil etmektedir: Üzerinde durduğu problemler, bilim tarihine içsel ve dışsal yaklaşımlar arasındaki bağıntılar üstüne bir bakış açısı sağlayacaktır.

Merton Savı

Onyedinci yüzyıl bilimi üstüne tartışmada en göze batan sorun, ayrı ayrı kaynaktan gelen, gerçekte birbiriyle örtüşen iki sav olan, Merton savı olmuştur. Bunların her ikisi de son çözümlemede, Bacon'ın ve izleyicilerinin programlarında özetlenmiş olan, yeni amaçlarını ve değerlerini çağdaş toplumun öbür yanlarıyla bağlılaşık kurmak yoluyla, onyedinci yüzyıl biliminin özel verimliliğini açıklamayı amaç edinir. Marx'çı tarih-yazımına birşeyler borçlu olan birincisi, Bacon'cıların uygulamalı sanatlardan öğrenmeyi ve sırası geldiğinde bilimi yararlı kılmayı ne kertede umduklarını vurgular. Tekrar tekrar, çağdaş zanaatçılık –camcılık, demir dökümcülüğü, denizcilik vb.– tekniklerini incelemişlerdi ve birçokları da dikkatlerinin hiç olmazsa bir kesimini günün ivedi pratik sorunlarına, sözgelişi, deniz taşımacılığı, toprak sulaması ve ormanların yokedilerek tarla açılması sorunlarına ayırmışlardı. Bu yeni uğraşlardan kaynaklanan yeni sorunlar, veriler ve yöntemler, Merton varsayımına göre, onyedinci yüzyıl boyunca birçok bilimce yaşanmış köklü dönüşümün başta gelen bir sebebidir. İkinci sav ise, dönemin aynı

yeniliklerini işaret eder, ama, Püritanizm'e onların ilk uyaranı gözüyle bakar. (Çatışma çıkarmaya gerek yok. Merton'un öncü önerisini araştırdığını söyleyen Max Weber, teknoloji uğraşını ve yararlı sanatları meşrulaştırmakta Püritanizmin yardımı dokunduğunu öne sürmüştü). Yerleşik Püriten toplulukların değerlerinin –sözgelimi, kitaplara dayanarak doğrulama üzerinde ve doğaya dayanarak Tanrı ile doğrudan birleşme üzerine vurgu– hem bilimle uğraşmayı ve hem de onyedinci yüzyıl boyunca onu belirginleştirmiş olan görgücü, araççı ve yararcı biçemi geliştirdiği söylenmiştir.

Bu savların her ikisi de o zamanda bu yana yayılmış ve ayrıca şiddetle eleştirilmiştir ama, hiçbir ortak-onama yine de ortaya konamamıştır. (Hall ile de Santillana'nın bildirileri üzerinde yoğunlaşan önemli bir araştırma, Clagett tarafından basılmış olan, Bilim Tarihi Enstitüsü'nün sempozyumunda çıkmıştır; William Gilbert üstüne Zilsel'in öncü bildirisi, Wiener ve Noland tarafından basılmış olan *Journal of the History of Ideas'* den ilgili makalelerin bir koleksiyonununda bulunabilir. Literatürün geri kalanının çoğu –ki bayağı oylumludur– Christopher Hill'in yapıtı üzerine yakınlarda yayınlanmış olan bir tartışmanın dipnotları arasında araştırılabilir.) Bu literatürde en kalıcı eleştiriler, Merton'un "Püriten" nitelemesinin tanımına ve uygulanmasına yönelik olanlardır ve şimdi açıkça görülmektedir ki, içermelerinde bu denli dar öğretisel olan bir terim, hiçbir işe yaramaz. Bu türden güçlükler giderilebilir çünkü, Bacon'cı ideoloji ne sadece bilim adamlarıyla sınırlanmıştır ve ne de Avrupa'nın bütün sınıflarına ve bölgelerine tekdüze bir biçimde yayılmıştır. Merton'un nitelemesi uygun düşmeyebilirdi, ama kuşku yoktur ki, onun betimlemiş olduğu olay vardı. Onun konumuna karşı çıkarılan en büyük kanıtlamalar, bilim tarihinde yakın zamanlardaki bir dönüşümden türemiş, tortusal kanıtlamalardır. Merton'un Bilimsel Devrim imgesi, eskiliğine karşın, kendi yazdığı gibi, özellikle de Bacon'cı harekete yüklediği rol içinde, hızla değerini (güvenilirliğini) yitirmekte idi.

Eski tarih-yazımı geleneğini savunanlar, kimi zaman, tasarladıkları biçimiyle bilimin ekonomik değerlere ya da dinsel öğretiye hiçbir borcu olmadığını söylemekteydiler. Ne var ki Mer-

ton'un el emeğinin önemi, deneyleme ve doğayla doğrudan karşılaşma üzerinde vurgulamaları, bunlara sıcak gelen bildik şeylerdi. Buna karşılık yeni tarihçi kuşak, astronomi, matematik, mekanik ve hatta optik üstüne onaltıncı ve onyedinci yüzyılın köktenci revizyonlarının yeni araçlara, deneylere ya da gözlemlere çok az şey borçlu olduklarını gösterdikleri savındaydı. Söylediklerine göre, Galileo'nun ilk yöntemi, iskolastik bilimdeki geleneksel düşünce deneyinin yeni bir yetkinliğe ulaştırılmasından ibaretti. Bacon'ın naiv ve hırslı programı, daha baştan güçsüz bir düş kırıklığıydı. Yararlı olma girişimleri durmadan boşa çıkıyordu; yeni araçlarla dağ gibi yığılmış veriler, varolan bilimsel kuramı dönüşüme uğratmakta pek yardımcı olamıyordu. Galileo, Descartes ve Newton gibi insanların, çok iyi bilinen olayları niçin birden yeni bir yolla görebildiklerini açıklamak için, kültür alanında yenilikler yapmak gerekli idiyse, bu yenilikler her şeyden önce düşünseldir ve Yeniden-Doğuş'un Yeni-Platonculuğunu, eski atomculuğun yeniden canlanışını ve Archimedes'in yeniden keşfedilmesini içerirler. Ne var ki, bu tür düşünsel akımlar, en azından Romalı Katolik İtalya ve Fransa kadar, Britanya ya da Hollanda'daki Püriten çevrelerde de geçerli ve üretken idiler. Bu akımların zanaatçılar arasında olmaktan çok, saray adamları arasında güçlü olduğu Avrupa'da, hiçbir yerde onlar, teknolojiye böylesine büyük bir borçluluk duygusu göstermemişlerdi. Merton haklı olsaydı, Bilimsel Devrim üstüne yeni imge açıkça yanlış olurdu.

Asli sınırlamayı da içeren daha ayrıntılı ve dikkatli değişkelerinde bu kanıtlamalar bir noktaya değin hep inandırıcıdırlar. Onyedinci yüzyıl boyunca bilimsel kuramı değişikliğe uğratmış olan kimseler, kimi zaman Bacon'cılar gibi konuşmuşlardı; ama, onlardan birçoğunun benimsemiş olduğu ideolojinin, onların bilime katkıları üzerinde özlü ya da yöntembilimsel, büyük bir etkisi olduğu hâlâ gösterilmemişti. Onaltıncı ve onyedinci yüzyıllarda, yeni bir düşünsel çevre içinde ve yenilenmiş bir güçle sürdürülen bir küme çalışma alanının içsel evriminin sonucu olarak anlaşıldığında, bu katkılar en iyi bir biçimde anlaşılmış olur. Ne var ki bu konu sadece Merton savının yeniden ele alınmasıyla ilgili bulunmaktadır, reddi ile değil. Tarihçilerin her

zaman "Bilimsel Devrim" diye nitelemiş oldukları kaynaşmanın bir yanı, İngiltere'de ve Hollanda'da toplanan köktenci, programlı bir hareket idi, İtalya ve Fransa'da da bir süre görülmüş olsa da. Merton kanıtlamasının şimdiki biçiminin bile daha kavrayışlı kıldığı bu hareket, onyedinci yüzyıl boyunca birçok bilimsel araştırmanın ne olduğunu, çekiciliğini, kaynağını kökeninden değiştirmişti ve bu değişiklikler süregen olmuştu. Çağdaş tarihçilerin ileri sürdükleri gibi, çok olasıdır ki, bu yeni özelliklerin hiçbiri onyedinci yüzyıl boyunca bilimsel görüşlerin dönüşüme uğratılmasında büyük bir rol oynamamıştır belki ama, tarihçiler yine de onları işlemeyi öğrenmelidirler. Daha genel anlamları gelecek bölümde incelenecek olan şu aşağıdaki öneriler yardımcı olabilir belki.

Tıbbi zanaatlara ve kurumlara sıkıca bağlı olmanın daha karmaşık bir gelişim örüntüsünü gerektirdiği biyolojik bilimler bir yana bırakılırsa, onaltıncı ve onyedinci yüzyıllar boyunca dönüşüm geçirmiş ana bilim dalları astronomi, matematik, mekanik ve optik idi. Bilimsel Devrim'i kavramlarda bir devrim gibi gösteren de yine bunların gelişimidir. Ama burada önemli olan şudur ki, bu çalışma alanı grubu, her şeyin ötesinde, klâsik bilimlerden oluşmaktadır. Antikite döneminde yüksek düzeyde gelişmiş olan bilimlerin, Orta Çağ üniversite müfredatında da bir yeri olmuştu; çünkü çoğu buralarda büyük ölçüde geliştirilmişti. Üniversiteye bağlı kimselerin büyük bir rol oynamayı sürdürdükleri onyedinci yüzyıl başkalaşımları, yeni bir kavramsal çevrede gelişen, eski ve Orta Çağ'dan bir geleneğin genişleyip yayılması gibi gösterilebilir makul olarak. Yalnız, bu alanların dönüşümü açıklanırken, Bacon'cı programatik harekete başvurma gereği zaman zaman duyulur.

Ne var ki, onyedinci yüzyılda, yoğun bilimsel etkinlik gösteren çalışma alanları salt bunlar değildi ve daha başkaları –elektrik ve manyetizma, kimya ve ısısal olayların incelenmesi– farklı bir örüntü ortaya koyuyordu. Doğa üstüne artan bir kavrayış edinebilmek için dizgeli bir biçimde derinden incelenmesi gereken bilimler olarak, alanlar olarak, Bilimsel Devrim sırasında bunların hepsi bir yenilik idi. Ana kökenleri bilgince üniversite geleneğinde değil, çoğun yerleşik zanaatlardaydı; üstelik hepsi

de hem yeni deneyleme programına ve hem de işe karıştırılmasında zanaatçıların çoğun yardımı dokunduğu yeni araçlandırmaya bağlıydı. Tıp okullarında arada bir olan dışında, ondokuzuncu yüzyıldan önce, üniversitelerde çok seyrek bir yer bulabiliyorlardı ve, bu arada, Bilimsel Devrim'in kurumsal dışavurumu olan yeni bilimsel toplulukların çevresinde gevşek bir biçimde kümelenmiş amatörlerce sürdürülüyorlardı. Açıktır ki bunlar, temsil ettikleri yeni bulgulama ile birlikte birer alandılar ve yeniden gözden geçirilmiş bir Merton savı onu anlamakta bize yardımcı olabilir. Klâsik bilimlerdekinden farklı olarak, bu alanlardaki araştırma, insanın onyedinci yüzyılda doğayı kavrayışına pek bir şey katmaz; bu gerçek de, Merton'un bakış açısı değerlendirilirken, onların gözardı edilmesini kolaylaştırır. Ama geç onsekizinci ve ondokuzuncu yüzyılların başarıları, bunlar tümüyle gözönünde tutuluncaya değin anlaşılamayacaktır. Bacon'cı program, başlangıçta kavramsal meyvaları kuruttuysa da, birçok büyük modern bilimin açılışını da yapmıştır.

İçsel ve Dışsal Tarih

Bir bilim evriminin ilk ve sonraki evrelerinin altını çizdikleri için, Merton savı ile ilgili bu saptamalar, yakınlarda, daha genel bir yolla Kuhn tarafından tartışılmış olan bilimsel gelişim görünümlerini ortaya koyar. Yeni bir alanın gelişiminin daha başında, o, toplumsal gereklerin ve değerlerin sorunların büyük belirleyicisi olduğunu, uygulamacılarının da dikkatlerini onun üzerinde yoğunlaştırdıklarını belirtir. Yine bu dönemde ayrıca, problemlerin çözümünde sergiledikleri kavramlar da, geniş ölçüde çağdaş bilimlerce koşullandırılmışlardır. Onyedinci yüzyılda günyüzüne çıkan yeni alanlar ve birçok toplumsal bilim bunun örnekleridir. Bununla birlikte Kuhn şöyle düşünmektedir: Teknik uzmanlığın daha sonraki evrimi, en azından, Bilimsel Devrim sırasında klâsik bilimlerin gelişmesiyle önceden bildirilmiş olan yollardan önemli derecede farklıdır. Olgunlaşmış bir bilimin uygulayıcıları, geleneksel kuram ve araçsal, matematiksel ve sözel tekniğin oluşturduğu çok karışık bir topluluk içinde yetişmiş kimselerdir. Bunun sonucu olarak, özel bir alt-kültür

oluştururlar ve bu kültürün üyeleri, birbirinin yapıtını (çalışmasını) okuyan ve değerlendiren yegâne kişilerdir. Bu gibi uzmanların üzerinde çalıştıkları problemler artık dışardaki toplumdan gelmez; tersine, varolan kuram ile doğa arasındaki uygunluğun belginliğini ve çapını artırma doğrultusunda içten bir dürtü ile ortaya konur. Bu problemleri çözmek için kullanılan kavramlar da, önceki uzmanlık eğitimiyle sağlananların yakın akrabalarıdır. Kısacası, öteki mesleki ve yaratıcı araştırmalarla karşılaştırıldığında, olgun bir bilimin uygulayıcıları, içinde meslek-dışı yaşamlarını geçirdikleri kültür çevresinden fiilen yalıtılmış durumdadırlar.

Tam olmasa da çok özel olan bu yalıtlanma, özerk ve kendine yeterli diye düşünülen bilim tarihine içsel yaklaşımın niçin bu denli başarılı gibi görünmesinin olası nedenidir. Daha başka alanlarda koşutu bulunmayacak ölçekte, bireysel, teknik bir uzmanlığın gelişimi, bu uzmanlığın ve onun birkaç yakın komşusunun literatürü ötesine geçmeksizin anlaşılabilir. Ne var ki, tarihçi, zaman zaman çalışma alanına dışardan girmiş özel bir kavram, problem ya da teknik üstüne not alma gereğini duyar. Ama, içsel yaklaşımın açık özerkliği ana çizgilerinde yanlış yola girer ve savunmasında bazan yaygınlaşan tutku önemli problemleri karanlıkta bırakır. Kuhn'un çözümlemesinin göstermiş olduğu olgunlaşmış bir bilimsel topluluğun yalıtlanması, ilk ağızda kavramlar bakımından ve ikinci ağızda yapı problemi bakımından bir yalıtlanmadır. Bununla birlikte, bilimsel ilerlemenin, zamanlanması gibi, daha başka yanları da vardır. Bunlar, bağlayıcı bir yolla, bilimsel gelişime dışsal yaklaşımca vurgulanan etkenlere bağlıdırlar. Dışsal etkenlerin birikmiş etkileri, özellikle bilimler bir uzmanlıklar koleksiyonundan çok, etkileşimli bir grup gibi göründüklerinde bağlayıcı olabilirler.

Hem bir meslek olarak bilimin çekiciliği ve hem de farklı alanların ayrımsal çekiciliği sözgelimi, bilimdışı etkenlerle koşullanmıştır büyük ölçüde. Dahası, bir çalışma alanındaki ilerleme kimi zaman, bir başkasının daha önceki gelişimine bağlı olduğu için, ayrımlı gelişme oranları bütün bir evrimsel örüntüyü etkileyebilir. Yukarda değinildiği gibi, benzeri görüşler yeni bilimlerin kuruluşunda ve ilk biçiminde büyük bir rol oynar.

Buna ek olarak, toplumun koşullarında başka bir değişme ya da yeni bir teknoloji, bir uzmanlığın problemlerinin duyulan önemini seçici bir yolla değiştirebilir ya da hatta onun yerine yenilerini yaratabilir. Böylece, kimi zaman, alanların bulgulanmasını hızlandırabilirler; o zaman, burada yerleşik bir kuramın çalışması gerekir, ama bu olmaz; dolayısıyla, reddedilmesi ve yeni bir kuramca yerinin alınması hızlanır. Zaman zaman, karşılığı olduğu bunalımın başkasında değil de belli bir problem alanında ortaya çıktığını güvence altına almak yoluyla, bu yeni kuramın maddesine şekil de verebilirler. Ya da yine kurumsal reformun bağlayıcı aracılığı yoluyla, dış koşullar, daha önceden çok farklı olan uzmanlıklar arasında yeni iletişim kanalları yaratabilirler ve böylece, başka bir yolla izlendiğinde, ya yok olup giden ya da uzun süre gecikmiş olan melez-çiftleşmeleri geliştirirler.

Doğrudan yardım etme de içinde olmak üzere, daha birçok yol vardır ki, burada büyük kültür bilimsel ilerlemeyi etkiler; yalnız az önce çizilen taslak, bilim tarihimizin günümüzde gelişmesi gerektiği doğrultuyu yeterince ortaya koymuş bulunmaktadır. Bilim tarihine içerden ve dışardan yaklaşımların bir çeşit doğal özerklikleri olsa da, aslında bunlar birer tamamlayıcı uğraştırlar. Bu yolda uygulandıkları sürece, her biri öbüründen çıktığı için, bilimsel gelişimin önemli yanlarının anlaşılabilmesi kuşkuludur. Merton savına verilen yanıtın göstermiş olduğu gibi, bu uygulama biçimi nerdeyse yeni başlamış gibidir, ama, belki onun istediği çözümsel kategoriler giderek açıklık kazanmaktadır.

Bilim Tarihinin Uygunluğu

Sonuç bölümünde kendisiyle ilgili değerlendirmelerin çok kişisel olması sorununa döndüğümüzde, bu yeni meslekte çalışmadan sağlanacak olası ürünün ne olacağı sorulabilir. İlkin ve her şeyden önce, daha çok ve daha iyi bilim tarihleri olabilecektir. Başka bir öğretim disiplini gibi, bu çalışma alanının da birincil sorumluluğu kendisine karşı olmalıdır. Öteki girişimler üzerindeki seçmeli etkisinin giderek artan belirtileri de, kısa çözümlemeleri temellendirebilirler yine.

Bilim tarihinin bağlı olduğu alanlar arasında, büyük ölçüde etkilenmiş olması çok az olası bulunan biri varsa, o da bilimsel araştırmanın kendisidir. Bilim tarihinin savunucuları çalışma alanlarını, unutulmuş fikirlerin ve yöntemlerin zengin bir deposu gibi betimlemişlerdi zaman zaman. Bilimde yeni bir kavram ya da kuram başarılı bir yolla sergilendiğinde, daha önce bilinmeyen bir öncül, genellikle alanın ilk literatüründe bulgulanır. Tarihe gösterilen özenin yenileşmeyi hızlandırıp hızlandırmayacağını düşünmek doğal karşılanabilir. Ne var ki, verilecek yanıtın hayır olacağı aşağı yukarı kesindir. Araştırılacak olan gerecin miktarını uygun işaretleme ulamlarının yokluğu ve öncelleme ile fiili yenileme arasındaki ince ama genelde büyük ayrımlar, hep birden, yeniden-bulgulamadan çok yeniden-buluşun bilimsel yeniliğin en etkili kaynağı olarak kalacağını göstermekte birleşmektedir.

Onun kaydettiği alanlar üzerinde, bilim tarihinin çok olası etkileri dolaylı olur; çünkü, bilimsel girişimin kendisi üstüne giderek artan bir anlayış sağlar. Bilimsel gelişimin ne olduğunun daha açık bir kavranışının araştırmanın özel bulmacalarını çözeceği olası değil ise de, bilim eğitimi, yönetim ve siyasa gibi konuların yeniden ele alınıp incelenmesine de yol açabilir pekâlâ. Ama olasıdır ki, tarihsel incelemenin üretebildiği örtülü derin görüşler, ilkin, öbür disiplinlerin işe karışmasıyla belirtikleşme gereksinimi duyacaklardır; bu disiplinlerden üçü şimdi, özel bir biçimde etkili olabilecekmiş gibi görünmektedir.

Bu işe karışma ışıktan çok ısıyı çağrıştırsa da yine, bilim felsefesi günümüzde bilim tarihinin etkisinin en açık olduğu alandır. Feyerabend, Hanson, Hesse ve Kuhn geçenlerde, hep birlikte, geleneksel filozofun ideal bilim imgesinin uygunsuzluğu üzerinde durmuşlar ve bir seçenek araştırması içinde tarihten çok şey almışlardır. Norman Campbell ile Karl Popper'in klâsik önermelerinin göstermiş olduğu (ve kimi zaman Ludwig Wittgenstein'ın büyük ölçüde etkisi altında kalmış bulunan) doğrultuları izleyerek, bilim felsefesinin belki de artık gözardı edemediği problemleri en azından ortaya koymuşlardır. Bu problemlerin çözümü gelecektedir, belki de alabildiğine uzak bir gelecektedir. Şimdiye değin gelişmiş ve olgunlaşmış "yeni" bir bilim

"felsefesi" olmamıştır. Ama, şimdiden, çoğun olgucu olan eski kalıpların soruşturulması, bir uyaranı tanıtlamakta ve, mesleki kimlik araştırmalarında yeni yöntemlerin belirtik yasalarına çoğunlukla bağlı olan, daha yeni bilimlerin kimi uygulayıcılarına rahatlık vermektedir.

Bilim tarihinin, içinde etkisinin giderek artacağı umulan ikinci bir alan da, bilim sosyolojisidir. Son çözümlemede, bu alanın ne uğraşları ne de teknikleri tarihsel olma gereksinimi duyar. Ama, uzmanlıklarının bugünkü az-gelişmiş durumunda, bilim sosyologları da, araştırmakta oldukları girişim şekli üstüne tarihten bir şey öğrenebilirler yine. Ben-David'in, Hagstrom'un, Merton'un ve daha başkalarının son yazıları, durumun böyle olduğunu gösteren birer kanıt olmaktadır. Çok olasıdır ki, bilim tarihi bilim siyasası ile yönetimi üstüne ilk etkisini sosyoloji yoluyla göstermiştir.

Bilim sosyolojisine sıkı sıkıya bağlı (her ikisi de gerektiği gibi yorumlandığında, belki onunla eşdeğer olan) bir alan vardır ki, şimdilik varlığını pek duyurmasa da, geniş ölçüde "bilimin bilimi" diye açıklanan bir alandır bu. En önde giden temsilcilerinden birinin, Derek Price'ın sözleriyle bunun amacı, "bilimin kendinden" başka bir şey değildir ve uyguladığı teknikler de tarihçinin, sosyologun ve ekonometrisyenlerin tekniklerinin seçmeci birleşimidir. Bu amaca ne ölçüde erişilebileceğini şimdilik kimse kestiremez, ama bu yolla herhangi bir ilerleme, hem sosyal bilim adamlarının ve hem de bilim tarihinde öğretimi sürdüren topluluğun önemini artıracaktır, hemen ve kaçınılmaz bir biçimde.

Kaynakça

Daha başka ilgili gereç, Koyré ile Sarton'un kaynakçalarında bulunabilir.

Agassi, Joseph. 1963. *Towards an Historiography of Science.* History and Theory, C. 2. The Hague: Mouton.

Ben-David, Joseph. 1960. "Scientific Productivity and Academic Organization in Nineteenth-Century Medicine." *American Sociological Review* 25/828-43.

Boas, Marie. 1958. *Robert Boyle and Seventeenth-Century Chemistry*. Cambridge: Cambridge University Press.

Boyer, Carl B. 1949. *The Concepts of the Calculus: A Critical and Historical Discussion of the Derivative and The Integral*. New York: Hafner.

1959'da Dover tarafından, *The History of the Calculus and Its Conceptual Development* adıyla, ince bir kapak içinde yayınlandı.

Butterfield, Herbert. 1957. *The Origins of Modern Science*, 1300-1800. 2.b. New York: Macmillan.

1962'de Collier ince kapaklı bir baskı yaptı.

Cardwelle. Dobald S. L. 1957. *The Organisation of Science in England: A Retrospect*. Melbourne and London: Heinemann.

Clagett, Marshall. 1959. *The Science of Mecanics in the Middle Ages*. Madison: University of Wisconsin Press.

Cohen, I. Bernard. 1956. *Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example Thereof* American Philosophical Society. Memoirs, C. 43. Philadelphia: The Society.

Costabel, Pierre. 1960. *Leibniz et la dynamique: Les textes de 1692*. Paris: Hermann.

Crosland, Maurice. 1963. "The Development of Chemistry in the Eighteenth Century." *Studies on Voltaire and the Eighteenth Century* 24: 369-441.

Daumas, Maurice 1955. *Lavoisier: Théoricien et expérimentateur*. Paris: Presses Universitaires de France.

Dijksterhuis, Edward J. 1961. The Mechanization of the World Picture. Oxford: Clarendon. İlk yayınlanma: Almanya 1950.

Dugas, René. 1955. *A History of Mechanics*. Neuchâtel: Editions de Griffon; New York: Central Book. İlk yayınlanma: Fransa 1950.

Duhem, Pierre. 1906-13. *Etudes sur Léonard de Vinci*. 3 C. Paris: Hermann.

Dupree, A. Hunter. 1957. *Science in the Federal Government: A History of Policies and Activities to 1940*. Cambridge, Mass.: Belknap.

Dupree, A. Hunter. 1959. *Asa Gray: 1810-1888*. Cambridge Mass.: Harvard University Press.

Feyerabend, P. K. 1962. "Explanation. Reduction and Empiricism." In Herbert Feigl and Grover Maxwell, bas. *Scientific Explanation,*

Space, and Time, ss. 28-97. Minnesota Studies in the Philosophy of Science, 3. C. Minneapolice: University of Minnesota Press.

Gillispie, Charles C. 1960. *The Edge of Objectivity: An Essay in the History of Scientific Ideas*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.

Guerlac, Henry. 1959. "Some French Antecedents of the Chemical Revolution." *Chymia* 5: 73-112.

..... 1961. *Lavoisier; the Crucial Year: The Background and Origin of His First Experiments on Combustion in 1772*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.

Hagstrom, Warren O. 1965. *The Scientific Community*. New York: Basic Books.

Hanson, Norwood R. 1961. *Patterns of Discovery: An Inquiry into the Conceptual Foundations of Science*. Cambridge: Cambridge University Press.

Hesse, Mary B. 1963. *Models and Analogies in Science*. London: Sheed & Ward.

Hill, Christopher, 1965. "Debate: Puritanism, Capitalism and the Scientific Revolution." *Past and Present*, no: 29: 68-97.

Tartışmayla ilgili makaleler 28., 32. ve 33. sayılarda bulunabilir.

Hindle, Brooke. 1956. *The Pursuit of Science in Revolutionary America, 1735-1789*. Chapel Hill: University of North Carolina Press.

Institute for the History of Science, University of Wisconsin, 1957. 1959. *Critical Problems in the History of Science: Proceedings*. Marshall Clagett'çe basılmış. Madison: University of Wisconsin Press.

Jammer, Max. 1961. *Concepts of Mass in Classical and Modern Physics*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

Journal of the History of Ideas. 1957. *Roots of Scientific Thought: A Cultural Perspective*. Philip P. Wiener ile Aaron Noland tarafından basılmış: New York: Basic Books. *Journal'* in ilk 18 cildinden seçmeler.

Koyré, Alexandre. 1939. *Etudes galiléennes*. 3 C. Actualités Scientifiques et industrielles, sayı: 852, 853 ve 854. Paris: Hermann.

1. Cilt: *À l'aube de la science classique*. 2. C.: *La loi de la chute des corps: Descartes et Galilée*. 3. C.: *Galilée et la loi d'inertie*.

..... 1961. *La révolution astronomique: Copernic, Kepler, Borelli*. Paris, Hermann.

Kuhn, Thomas S. 1962. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago:

University of Chicago Press.

1964'de ince kapaklı bir baskı yayınlanmıştır.

Lilley, S. 1949. "Social Aspects of the History of Science." *Archives internationales d'histoire des sciences* 2: 376-443.

Maier, Anneliese. 1949-58. *Studien zur Naturphilosophie der Spätscholastik*. 5 Cilt. Roma: Edizioni de "Storia e Litteratura."

Merton, Robert K. 1967. *Science, Technology and Society in Seventeenth-Century England*. New York: Fertig.

....., 1957. "Priorities in Scientific Discovery: A Chapter in the Sociology of Science." *American Sociological Review* 22: 635-59.

Metzger, Hélène. 1930. *Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique*. Paris: Alcan.

Meyerson, Emile. 1964. *Idendity and Reality*. London: Allen & Unwin. Fransızca ilk baskı 1908'de.

Michel, Paul-Henri. 1950. *De Pythagore à Euclide*. Paris: Ed. "Les Belles Lettres."

Needham, Joseph. 1954-1965. *Science and Civilisation in China*. 4 cilt. Cambridge: Cambridge University Press.

Neugebauer, Otto. 1957. *The Exact Sciences in Antiquity*. 2. Bas. Providence, R.I.: Brown University Press. 1962'de Harper tarafından ince kapaklı bir yayını yapıldı.

Nicolson, Marjorie H. 1960. *The Breaking of the Circle: Studies in the Effect of the "New Science" upon Seventeenth-Century Poetry*. Rev. Baskısı. New York: Columbia University Press. 1962'de, ince kapaklı bir baskısı yapıldı.

O'Malley, Charles D. 1964. *Andreas Vesalius of Brussels, 1514-1564*. Berkeley and Los Angeles: University of California Press.

Panofsky, Erwin. 1954. *Galileo as a Critic of the Arts*. The Hague: Nijhoff.

Partington, James R. 1962–. *A History of Chemistry*. New York: St. Martins.

2. ve 4. ciltler 1962 ile 1964 arasında yayınlandı; 1. cilt hazırlanıyor.

Price, derek J. de Solla. 1966. "The Science of Scientists." *Medical Opinion and Review* 1: 81-97.

Roger, Jacques. 1963. *Les sciences de la vie dans la pensée française du XVIII^e siècle: La génération des animaux de Descartes à l'Encyclopédie*. Paris: Colin.

Sarton, George. 1927-48. *Introduction to the History of Science*. 3 cilt. Baltimore: William & Wilkins.

Schofield, Robert E. 1963. *The Lunar Society of Birmingham: A Social History of Provincial Science and Industry in Eighteenth-Century England*. Oxford: Clarendon.

Shryock, Richard H. 1947. *The Development of Modern Medicine*. 2. Bas. New York: Knopf.

Singer, Charles J. 1922. *The Discovery of the Circulation of the Blood*. London: Bell.

Stocking, George W. Jr. 1966. "Franz Boas and the Culture Concept in Historical Prespective." *American Anthropologist* New Series 68: 867-82.

Taton, René, 1964 bask. *Enseignement et diffusion des sciences en France au XVIII^e siècle*. Paris: Hermann.

Thorndike, Lynn. 1959-64. *A History of Magic and Experimental Science*. 8 cilt. New York: Columbia University Press.

Truesdell, Clifford A. 1960. *The Rational Mechanics of Flexible or Elastic Bodies 1638-1788: Introduction to Leonhardi Euleri* Opera Omnia. Ser. 2. C. II, böl. 2, Turin: Fussli.

Vucinich, Alexandre S. 1963. *Science in Russian Culture*. 1. Cilt: A History to 1860. Stanford University Press.

Westfall, Richard S. 1958. *Science and Religion in Seventeenth-Century England*. New Haven: Yale University Press.

Whittaker, Edmund. 1951-53. *A History of the Theories of Aether and Electricity*. 2 cilt. London: Nelson.

1. Cilt: *The Classical Theories*. 2. cilt: *The Modern Theories, 1900-1926*.

1. Cilt, *A History of the Theories of Aether and Electricity from the Age of Descartes to the Close of the Ninteenth-Century* adıyla 1910'da basılan kitabın gözden geçirilmiş baskısıdır. 1960'da Harper tarafından ince kapaklı baskısı yapılmıştır.

Yates, Frances A. 1964. *Giordano Bruno and Hermetic Tradition*. Chicago: University of Chicago Press.

6

Tarih ve Bilim Tarihi Arasındaki Bağıntılar

Daedalus 100 (1971): 271-304.

Bu denemeyi yazma çağrısı, kendi çalışma alanım ile öteki tarih türleri arasındaki bağıntılar üstüne eğilmemi gerektiriyor. Çünkü, "birkaç onyıldır, bilim tarihinin öbür tarihsel inceleme türleriyle çok zayıf bağları olan ayrı bir disiplin gibi görünmüş olduğu" dikkati çekmektedir. Aradaki ayrılığın sadece birkaç onyıl kadar eski olduğunu varsayarak yanılgıya düşen bir genelleme; hem düşünsel ve hem de coşkusal bir yolla, benim yirmi yıl öncesinden beri uğraştığım bir sorunu ortaya koyuyor; çünkü, yirmi yıl önce ben ilkin bilim tarihi öğretmekle işe başlamıştım. Meslektaşlarım ve öğrencilerim de bu sorun üstüne benim kadar bilinçlidirler ve onun varlığının, bizim disiplinimizdeki gelişimin hem doğrultusunu ve hem de ölçeğini belirleme yolunda çok katkısı vardır. Ama gariptir ki, kendi aramızda ona sık sık değinmemize karşın, hiç kimse, bu sorunu, şimdiye değin kamu araştırması ve tartışması için bir konu yapmaya girişmemiştir. Dolayısıyla, şimdi burada bu işe girişme fırsatının doğması çok iyi oldu. Bilim tarihçileri, kendi başlarına hareket etmek durumunda olsalar da, çalışma alanlarının ana ikilemini çözmekte başarılı olmaları olası değildir.

Üstlendiğim görevin bu algısı, yaklaşımımı da belirlemektedir. Benim konum, incelemekten çok birlikte yaşadığım bir konudur. Çözümlenmesi için getirdiğim veriler de yine, dizgeli

olmaktan çok, kişisel ve izlenimseldir; bunun sonucu olarak, yalnız Birleşik Devletler'deki durumu ele alacağım. Tam başarılı olacağımı ummasam da, yan tutmaktan da uzak kalmaya çalışacağım; çünkü ben konuyla bir avukat (savunmacı) olarak ilgilenmiyorum, diyeceğim, kendi özgül çalışma alanının gelişimine ve işlemesine karşı olan kimi büyük engellerin kaldırılmasına çalışan bir insan olarak.

Son dört yüzyıl boyunca Batı kültürünün gelişiminde bilimin oynadığı özel role tarihçilerin genel olarak göstermiş olduğu sözde kalan desteğe karşın, bilim tarihi, onların çoğu için hâlâ yabancı bir alandır, topraktır. Oysa, birçok durumda, belki de en çok durumda, yurtdışı bir geziye böylesine bir direnmenin hiç de zararı olmamıştır; çünkü, bilimsel gelişim, çağdaş Batı tarihinin ana sorunlarının birçoğuyla pek az açık ilgi göstermektedir. Ama sosyo-ekonomik gelişim üzerinde duran, ya da değerlerdeki, davranışlardaki ve fikirlerdeki değişiklikleri tartışan insanlar, bilimlere yollama yapmaktadır her zaman ve sanırım bunu sürdürüp götürmek zorundadırlar da. Ama onlar bile bilimi her zaman uzaktan gözlüyorlar ve tartıştıkları ülkeye ve onun yerli halkına yaklaşım olanağı verecek sınır çizgisine yaklaşmak istemiyorlar. Ne var ki, böyle bir direnme zararlıdır, hem kendi çalışmalarına ve hem de bilim tarihi gelişimine.

Sorunu daha açık olarak tanımlamak için, tarihsel incelemenin geleneksel alanlarını bilim tarihinden günümüze değin ayırmış olan sınırın haritasını çıkarmakla başlamak istiyorum bu deneye. Bu ayrılık payının sadece bilimin özünde yatan teknikliğinden ileri geldiğini kabul ederek, başka yollarla açıklanması gerekecek, köklü olan bu bölünmenin sonuçlarını ortaya koyup incelemeye çalışacağım daha sonra. Bu türden açıklamaları araştırırken, ilkin, tarihçilerce belirgin bir biçimde reddedilmiş ve kimi zaman da yanlış yola saptırılmış, geleneksel bilim tarihi yazımının kimi yanlarını ele alacağım. Ne var ki, bu gelenek bir çeyrek yüzyıldır geniş ölçüde geçersizleştiğinden, tarihçilerin bugünkü konumunu tümüyle açıklayamaz artık. Daha tam bir kavrayış, ayrıca, aşağıda, sondan bir önceki bölümde, kısaca değinilecek konulara, diyeceğim, tarih mesleğinin ideolojisinin ve geleneksel yapısının seçme yanlarının incelenmesine

bağlı olmak gerekir. Bana kalırsa, orada tartışılan sosyolojik bölünüp ayrılma nedenleri daha çok önemlidir ve bunların tümünün üstesinden nasıl gelineceğini anlamak güçtür. Bununla birlikte, konuyu bağlarken, son zamanlardaki birkaç gelişmeyi ele alacağım; en başta da kendi çalıştığım disiplinde; bunlar, en azından kısmi bir yaklaşımın hemen önümüzdeki on yılı belirginleştirebileceğini duyumsatmaktadır.

"Apayrı bir disiplin" olarak bilim tarihinden söz ederken, insanın kafasından neler geçer? Bir dereceye kadar hemen hiçbir tarih öğrencisi bu soruya dikkat etmemiştir. 1956'dan bu yana bilim tarihi alanında verdiğim dersler, üyesi olduğum bölümün bayrak direği altındaki tarih dersleri arasında, her zaman listeye konmuştur. Ama yine bu derslerde, yaklaşık yirmi öğrenciden biri yalnız, tarih konusunu asıl disiplin olarak almış ya da tarihten mezun bir öğrenci olmuştur. Tarihe yazılan öğrencilerin çoğunluğu da, her zaman bilim adamı ya da mühendis olmuştur. Geriye kalanlar arasında, felsefecilerin ve toplumbilim adamlarının sayısı tarihçileri geçmektedir ve edebiyat öğrencileri de çok geride kalmamaktadır. Yine benim bağlı bulunduğum tarih bölümlerinin her ikisinde, bir bilim tarihi alanı, genel mezuniyet sınavlarına giren tarihçiler için, el altında bulunan küçük bir seçmeli alan idi. Ama on dört yıl içinde bunu seçmiş olan sadece beş öğrenci anımsayabiliyorum; özel bir talihsizlik, çünkü bu sınavlar karşılaştırma yapabilmek için etkili bir yol sağlamaktadır. Bir süre, yanlışlığın bende olduğunu düşünerek korkmuşumdur; çünkü benim öğrenimim tarihten çok fizikle ilgiliydi ve öğretimim de herhalde bunun tortusunu taşıyor olmalıydı. Bu durumdan kendilerine yakındığım meslektaşlarının hepsi –ki onların çoğu tarihçi olarak yetiştirilmişti–, aynı deneylerden geçmiş olduklarını bildirdiler. Dahası, öğretmekte oldukları konu önem taşıyormuş gibi görünüyordu. Bilimsel Devrim üstüne ya da Fransız Devriminde bilim üstüne kurlar, modern fiziğin gelişimi üstüne verilen kurlardan daha çekici görünmüyordu geleceğin tarihçilerine. Bir kitap başlığındaki "bilim" sözcüğü tarih öğrencilerini başka yönlere çevirmeye yetiyordu açıkça.

Bu olayların aynı derecede aydınlatıcı olan bir bağlılaşığı

vardır. Bilim tarihi küçük bir çalışma alanı olarak kalsa da, son on beş yılda, özellikle de son sekiz yıl boyunca, belki on kat büyüyüp gelişmiştir. Disiplinin birçok üyesi, tarih bölümlerinde yerlerini almışlardır daha sonra göstereceğim gibi, onların ait olduğu yer de burasıydı zaten. Ne var ki, onları istihdam etmek baskısı, her zaman dışardan gelir, son çözümlemede bağlı bulundukları bölümden değil. Genel olarak girişim, üniversite yönetimini, tarihte yeni bir çizgi çekmek için ikna etmesi gereken bilim adamları ya da filozoflarca yapılır. Yalnız bu koşul karşılandıktan sonra, bir bilim tarihçisi artık atanabilir. Bundan böyle o yeni çalışma bölümünde, tam bir dostlukla karşılanır genellikle, nitekim hiçbir grup, beni tarih meslektaşlarımdan daha sıcak karşılamamıştır, ne de benim yakın arkadaşım olmuştur. Bununla birlikte, kimi ince yollarla, bilim tarihçisinden, kimi zaman düşünsel bir mesafe bırakması da istenir. Sözgelimi, yaptığı bilim tarihi değildir, tam tersine salt tarihtir diyerek, bir meslektaşın ya da bir öğrencinin çalışmasını, bir tarihçinin suçlamasına karşı savunmak durumunda kalmışımdır sık sık.

Karanlık olan ve dolayısıyla belki bu yüzden önemli olan yollarla, bir bilim tarihçisinden, tam bir tarihçi olmamak beklenir zaman zaman, daha yaşlı bilim tarihçilerince bile.

Buraya kadarki saptamalar, ayrılıkçılığın toplumsal belirtileri doğrultusundadır. Şimdi de onların eğitimbilimsel ve düşünsel sonuçlarına bakalım. İlk ağızda, iki türdeymiş gibi görünür; yalnız bilimsel kaynak gereçlerinin özündeki tekniğin *ne ölçüde* kaçınılmaz sonuçları olduğunu aşağıda ben tartışıncaya değin, bunlar pek ayrıntılı biçimde ele alınamaz. Bu aşamada taslaksı bir betimleme bile, benim kanıtlamamın doğrultusunu gösterecektir.

Orta Çağ'ın sonundan bu yana Batı kültürünün gelişiminde bilimin oynamış olduğu rolü değerlendirme ve betimleme sorumluluğunu tarihçilerin benimsemesi, ayrılıkçılığın kapsamlı bir sonucu olmuştur sanırım. Bilim tarihçisi bu görevlere köklü katkılarda bulunabilir ve bulunmak zorundadır da; en azından kitaplar, monografiler ve, daha başka türden, tarihçiler için ana kaynak olabilecek makalelerle. Ama ilk bağlanması kendi uzmanlığına karşı olması gerektiğinden bilimsel gelişimin öğren-

cisi, bütünleşme görevinden, fikirlerin ya da sosyo-ekonomik gelişimin tarihçisinden daha çok sorumlu değildir ve genellikle, bunu gerçekleştirebilmek için, onlardan çok daha az iyi donanmıştır. Gerekli olan, kimi başka tarihsel alanları işleyen kimselerinkiyle bilim tarihçilerin uğraşlarının ve başarılarının bağlayıcı bir içiçe girişimidir ve böyle bir girişme, her nasılsa bir kez olduysa eğer, bugün birçok tarihçinin yapıtında açıkça görülmemektedir. Çağdaş Batı toplumunun gelişiminde bilimin şöyle ya da böyle büyük ölçüde yeri bulunduğu konusunda genelde söylenen tatlı sözler bir şey sağlamz. Bunları göstermek için kullanılan geleneksel pek az örnekle birleştirip ele alındıklarında, bilimlerinin rolünün ne olduğunu, sözgelişi kapsamını ve zamanlamasını çoğun abartırlar ve hep çarpıtırlar.

Batı uygarlığının gelişimi üstüne araştırmalar, içiçe girişmedeki başarısızlığın başlıca sonuçlarını ortaya koyar. Bunların en çarpıcısı, 1750'den bu yana bilimsel gelişimin nerdeyse toptan savsaklanmasıdır belki; bilimin, tarihsel ilk devindirici olarak temel bir rolü üstlenmiş olduğu bir dönemdir bu. Sanayi Devrimi üstüne bir bölümün –bilimle bağlantısı aynı zamanda ilginç, karanlık ve tartışmalı olan bölümün– yerini kimi zaman, çoğun toplumsal Darwin'cilik üstüne bir bölüm alır. Ama çoğunlukla hepsi de bu kadardır! Çok az sayıdaki genel tarih kitaplarında bilime ayrılan yerin büyük bir kesimi, 1750 öncesi yıllara ayrılmış bulunuyordu; bu da benim aşağıda ele alacağım, yıkıcı sonuçları olan bir dengesizliktir.[1]

Daha az aşırı olmakla birlikte, bilimin savsaklanması, ayrıca 1750 öncesi Avrupa tarihi üstüne yapılan tartışmaları da belirginleştiriyordu. Ne var ki, yer ayırma bakımından bu dikkatsizlik, 1949'da Herber Butterfield'in o güzel kitabı, *Origins of Modern Science*'ın yayınlanmasından bu yana geniş ölçüde düzeltil-

[1] Roger Hahn, son zamanlarda çıkan birkaç yeni ders kitabının değişiklik belirtileri gösterdiğine beni inandırdı. Belki *çok* sabırsızım. Ama son yarım düzine yıllık ilerleme, gerçek olsa da, gene gecikmiş, dağınık ve eksik geliyor bana. Sözgelimi, niçin J. H. Randall'ın *Making of Modern Mind*'ı, diyeceğim ilk olarak 1926'da yayınlanmış ve uzun süreden beri eskimiş olan kitabı, hâlâ, Batı düşüncesinin ilerlemesinde dengeli bir bilim araştırması rolü olarak, niçin hâlâ aşılmak zorunda kalınıyor?

miştir. Şimdilerde hemen hemen bütün araştırmalar, onaltıncı ve onyedinci yüzyılların Bilimsel Devrimi üstüne bir bölüm ya da büyük bir kesim ayırmaktadır artık. Ancak bu bölümler, Butterfield'in günümüzdeki uzmanlar literatüründe bulguladığı ve daha geniş bir okuyucu kitlesi önüne çıkardığı, tarih yazımında önde gelen yeniliği tanımayı, hele hele onunla karşılaşmayı çoğu zaman başaramamışlar. Bilimsel Devrim sırasında bilimsel kuramda oluşan büyük değişikliklerde yeni deneysel yöntemlerin üstlendiği görece küçük rolü yani. Bu bölümler, yöntem konusuyla ilgili eski mitosların egemenliği altındadırlar hâlâ, bunların getirdikleri sonuçlara da aşağıda değineceğim.[2]

Modern bilimin doğuşu üstüne okumayla birlikte giden dersleri vermek için tarihçilerde çoğun isteksizlik yaratan şey, belki bir anlamda bu uygunsuzluktur. Boşluğu doldurmak üzere bir bilim tarihçisini çağıracak güçte değillerse, arasıra, Butterfield'deki bölümleri bir ek olarak belirtirler ve bölüm karşılaşmaları için tartışmayı saklı tutarlar. Butterfield ya da söylenti, bilimin rolü üstüne tarihçilerin bir görüşleri olması gerektiğine onları inandırmış ve onlar da bir yığın gereçle birlikte, bu yükümlülüğü Bilimsel Devrim'in üstüne atmışlardır. Ama sonra yazdıkları bölümler, konularının, akademik uzmanların son kuşaklarının karşısına çıkan problemlerin bilincine varılmış olduğunu nerdeyse hiç yansıtmaz. Öğrenciler genellikle meslekçe savunulmuş olan kritik standartlarla ilgili örnekleri başka yerlerde aramak zorunda kalmışlardır çoğunlukla.

Ne ki, geçerli olan uzmanlar literatürünün savsaklanması, problemin yalnız bir yanıdır ve kimbilir, en ciddi yanı da değildir belki. Asıl önemli olan, bilimlere yaklaşırken tarihçilerin yaptıkları özel seçmeciliktir; seçimin birincil ya da ikincil kay-

---

[2] Gerçekte, Butterfield'in tartışmasının bir yanı mitosları korumaya yardımcı olmuştur. Kitabında bulunabilecek tarih-yazımı ile ilgili yenilikler 1 2 ve 4. bölümlerde toplanmıştır ve astronomi ile mekaniğin gelişimini incelerler. Ama bunlar temelde Bacon ile Descartes'ın yöntembilimsel görüşlerinin geleneksel açıklanmalarına göre yanyana getirilmişler, William Harvey bölümüyle uygulamada gösterilmişlerdir. Dönüşüme uğramış bir bilimin gerekliklerinden doğan bu iki değişkeyi birbiriyle bağdaştırmak güçtür; Butterfield'in daha sonraki kimyasal devrim üstüne tartışmasının açıkça ortaya koyduğu bir gerçektir bu.

naklardan mı yapılmış olduğudur. Sözgelişi müzik ya da sanatlar üstüne çalışırken, tarihçi program notlarını ve sergi kataloglarını okuyabilir; ama senfonileri de dinleyebilir ve resimlere de bakabilir ve, kaynağı ne olursa olsun, tartışması onlara dönük olur. Gelgelelim bilimler üstüne çalışırken, nerdeyse hemen yalnızca programatik çalışmaları okur ve tartışır: Bacon'ın *Novum Organum'* unu, ama genellikle 2. kitaptan çok (devinim olarak ısı) 1. kitabı (putları); Descartes'ın *Discours de la Methode'* unu, ama onun giriş gözüyle bakmış olduğu üç özlü denemeyi değil; Galileo'nun *Assayer'* ini, ama yalnız onun *Two New Sciences'* ına giriş sayfalarını vb. Aynı seçmecilik, tarihçinin dikkatini ikincil yapıtlara çeker: Alexandre Koyré'nin *From the Closed World to Infinite Universe'* ine; ama onun Etudes *Galiléennes'* ine ya da *The Problem of Fall'* una değil elbet; E. A. Burtt'ün *Metaphysical Foundations of Modern Physical Science'* ına, ama, E. J. Dijksterhuis'in o büyük *Mechanisation of the World Picture'* ına değil elbet.[3] Tek tek çalışmalar içinde bile benim aşağıda örnekleyeceğim teknik katkıları ele alan bölümleri atlama yolunda açık bir eğilim vardır.

Bilim adamlarının yaptıkları ile ilgili olarak söylediklerinin, performansları ve somut başarıları ile ilgili bulunmadığını belirtmek istemiyorum. Tarihçiler programatik yapıtları okumamalı ve tartışmamalı da demiyorum; ama, program notlarına koşutluğun göstereceği gibi, önsözlerin ve programatik yazıların gerçek bilime bağıntısı çok az kesindir ve hep tartışmalıdır. Bi-

---

[3] Aşağıdaki gözlem benim bulunduğum noktayı güçlendirebilir. Sanatlarda yaratıcı insanlarla eleştirmenler ayrı ayrı, çoğunlukla birbirine düşman gruplara bağlanırlar. Tarihçiler bazan bu sonunculara aşırı derecede güven gösterirler; eleştirmenler ile sanatçılar arasındaki ayrımı da bilirler ve sanat yapıtlarıyla tanışmaya da özen gösterirler. Bilimlere ise, bir yandan eleştiri yapıtlarına çok yakın eşdeğer yazılar bizzat bilim adamlarınca, giriş bölümlerinde ya da ayrı denemeler biçiminde yazılırlar. Tarihçiler genelde *yalnız ve yalnızca* bu "eleştiri" yapıtlarına güvenirler; bunların yazarları da yaratıcı bilim adamı oldukları için, bu bölümün bilimi dıştaladığını göremezler. Bilim ve sanatta eleştirinin değişik rolünün önemi için, benim, *Comparative Studies in Society and History* 11 (1969): 403-12' de çıkan, Bilim ve Sanat Arasındaki Bağıntı üstüne yorumuma bak (elinizdeki kitapta: ss. 405-19).

rinciler elbette okunmalıdırlar, çünkü bilimsel bilgileri daha geniş kitlelere ulaştıran medyalar çoğunlukla onlardır. Ancak tarihçinin işlemesi gereken ve çoğun da işlendiğini öne sürdüğü bütün bir dizi sorunla ilgili yanlış yollar gösteren de onlardır kesinlikle: Etkili bilimsel fikirler nerden gelir? Özel yetkelerini ve çekiciliklerini onlara kazandıran nedir? Daha geniş bir kültür çerçevesinde gerçekleştiklerinde, hangi ölçüde aynı fikirler olarak kalırlar? Ve, son olarak, eğer etkileri kesin değilse, yüklenilmiş olduğu bilimden hangi anlamda ileri gelmektedir o gerçekten?[4] Kısacası bilimlerin bilimdışı düşünce üstüne düşünsel etkisi, bilimin teknik özüne dikkat edilmeksizin anlaşılamayacaktır. Tarihçilerin her zaman böyle bir elçabukluğuna başvurması da göstermektedir ki, bu noktada bilim ile bilim tarihi arasında bir boşluk diye betimlenmiş olan şeyin esaslı bir bölümü, daha doğru bir biçimde, bir grup olarak tarihçilerle bilimler arasında bir engel olarak görülebilir. Bu noktaya aşağıda yine döneceğim.

Tarihçilerin bilime yaklaşım tarzına daha yakından bakmadan önce, makul olarak onlardan ne beklenebileceğini yine de sormak isterim. Sırası geldiğinde, bu soru da, bir yandan düşünsel tarih sorunlarıyla, öte yandan sosyo-ekonomik sorular arasında keskin bir ayrıma gidilmesini gerektirir. Şimdi sırasıyla bunları ele alayım.

Düşünsel tarih öylesine bir çalışma alanıdır ki, bunun içinde kaynaklar bakımından tarihçinin seçiciliği birincil bir etki gösterir ve onun bir seçeneği olup olmadığı da düşünülebilir. Bilim tarihçileri dışında –ki bunların arasında gerekli olan yetenekler de görece az bulunur– hemen bütün tarihçiler, sözgelişi, Euler ile Lagrange'ın, Maxwell ile Botzmann'ın ya da Einstein ile Bohr'un yapıtlarını okumak için gerekli öğrenimden geçmemişlerdir. Ama bu liste de birçok bakımdan çok özel bir listedir. Buradaki insanların hepsi matematik-fizikçidir; arala-

[4] Bilim ve onun tarihini bilen birisinin sağlayabileceği iç aydınlanma türü örneği için, C. C. Gillispie'nin Aydınlanma Hareketinde bilimin rolü tartışmasına bak: *The Edge of Objectivity* (Princeton: Princeton University Press, 1960), böl. 5.

rındaki en yaşlı kişi, onsekizinci yüzyılın ilk on yılında daha doğmamıştı bile; benim anlayabildiğim kadarıyla, hiçbiri, bilimdışı düşüncenin gelişimi üzerine çok hafif ve dolaylı bir etkiden daha öteye bir etkide bulunmamıştır.

Çok önemli olan bir son nokta, Einstein ve Bohr bakımından tartışılabilir ama, aslında yanlış bir görüştür. Çağdaş düşünsel sahne üzerindeki tartışmalar çoğun göreliliğe ve, bilimin ve usun sınırları gibi konular tartışılırken kuvantum kuramına gönderme yaparlar. Ama doğrudan etki üstüne kanıtlamalar –başka sebeplerle tutulan görüşleri desteklemek üzere yetkeye başvuru karşısında olarak– şimdiye değin son derece zorlanmış bulunmaktadır. En azından, akla yakın bir çalışma varsayımı sağlayan benim kuşkum odur ki, bir bilim tepeden tırnağa teknikleştikten sonra, düşünsel tarih içindeki bir kuvvet olarak taşımış olduğu rol, bir oranda önemsizleşir. Belki zaman zaman ayrıksı durumlar olabilir; ama, Einstein ile Bohr bunlara örnek gösterilirse, o zaman, bu ayrıksı durumlar kural olurlar. Oynadıkları roller ne olursa olsun, sözgelişi, Galileo ya da Descartes'ınkinden, Lyell, Playfair ya da Darwin'inkinden, ya da, bu yüzden, Freud' unkinden, bilim adamı olmayanların okudukları kimselerinkinden çok farklıdır. Düşünsel tarihçi, bilim adamlarını ele almak zorunda ise eğer, bunun nedeni, onların kendi alanlarının gelişiminde genellikle ilk kişiler olmasıdır.

Üzerinde durup işleyeceği kişiler geçmişteki kimseler olduğu için sırf, düşünce tarihçisinin gönlünden geçirdiği gibi onları derinlemesine incelemesinde şaşılacak bir şey yoktur. Ama bu iş de kolay değildir: Hiçbir önemli çaba gerektirmediğini de söylemiyorum — sadece başka bir yolun bulunmadığını söylüyorum. Öte yandan, her tarihçi kendi uğraşına boş verip, onu üstlenme sorumluluğunu da taşımamaktadır. Ancak, uğraş konuları bilimsel gelişimin etkilediği fikirleri içeren insan, durmadan gönderme yaptığı teknik, bilimsel kaynak gereçleri de inceleyebilmiştir. 1700'den önce yazılan teknik literatürün pek azı, bilimsel, sağlam bir ortaöğrenimden geçmiş bir kimseye anlaşılmaz gelir ilkece; en azından, bu arada, çok az da olsa fazladan bir çalışmayı üstlenmeye yanaşmazsa. Onsekizinci yüzyılda, bilim alanındaki aynı art-alan kimya, deneysel fizik (özellikle elektrik,

optik ve ısı), yerbilim, dirimbilim literatürüne, kısaca, matematiksel mekanik ile astronomi dışında, bütün bilim literatürüne uygundur. Ondokuzuncu yüzyılda, fiziğin çoğu ve kimyanın büyük bir bölümü aşırı derecede teknikleşir; ama, ortaöğrenim bilimine sahip kişiler hemen nerdeyse tüm yerbilim, dirimbilim ve ruhbilim literatürüne girebilirler. Ama bununla ben demek istemiyorum ki, tarihçi incelediği konu ile bilimsel gelişimin bağlantılı olduğu her zaman, bir bilim tarihçisi olmalıdır. Başka yerde olduğu gibi burada da uzmanlaşma kaçınılmazdır. Ama, ilkece o böyle yapabilirdi ve dolayısıyla kendi çalışma konusu üstüne uzmanların ikincil literatürüne kesinlikle egemen olabilir. Bunu da yapamadığında, bilimsel ilerlemenin kurucu öğelerini ve sorunlarını bilemez ve aşağıda kısaca değineceğim sonuç, yapıtında kendini gösterir.

Düşünsel tarihçi için potansiyel olarak yaklaşılabilir önceki konu listesi, iki bakımdan aydınlatıcıdır: İlkin, daha önce de belirtilmiş olduğu gibi, o yine düşünsel tarihçinin ele almayı isteyebileceği teknik konuların tümünü kapsamına alır. İkinci olarak, bilim tarihçilerince en çok ve en iyi tartışılmış olan çalışma alanları listesinde de yer alabilir. Çok yaygınlaşmış bir izlenimin tersine, bilim tarihçileri, teknik bakımdan çok ileri konuların gelişimiyle derinlemesine pek uğraşmış sayılamazlar. Mekanik tarihi çalışmaları, Newton'un *Principia*'sının yayına girmesi arefesinde çok azdı; elektrik tarihleri, Franklin ya da daha çok Charles Coulomb ile; kimya tarihleri Antoine Lavoisier ya da John Dalton ile sona erer. Bellibaşlı ayrıksı durumlar, çok olmamakla birlikte, bilim adamlarının yazmış olduğu Whiggish* özetlerdir, gönderme yapıtları olarak her zaman geçerli değildirler; ama, buna karşılık uğraşları fikirlerin gelişimini de kapsamına alan kimselere gerçekten bir yararları dokunmaz. Ne denli üzücü olursa olsun, bir oranda teknik olmayan konuların lehindeki bu dengesizlik, kimseyi şaşırtmamalıdır. Çağdaş bilim tarihçilerinin yarışmayı amaçladıkları modelleri ortaya koymuş olan insanların çoğu bilim adamı değildi; uzun boylu bilimsel bir eğitimden

* Whiggish: 18. ve 19. yy.larda, İngiltere'de, kraliyet yetkisini sınırlamayı, parlamento gücünü artırmayı isteyen siyasal akım (ç. n.).

de geçmiş değillerdi. Gariptir ki, art-alanlarının da tarihte bir yeri yoktu; uğraşları, kavramsal olan üstüne bu denli dar ölçüde odaklanmış olmadığı için, tarihçiler bu işi yapabilmişlerdi, hem de çok iyi yapmışlardı. Buna karşılık, Koyré gibi, çoklukla felsefeden gelmişlerdi; tarih ile felsefe arasındaki ayrılığın, İngilizce konuşan dünyadaki kadar kesinlikle derin olmadığı, anakara Avrupa'sı okullarından gelmişlerdi. Bütün bunlar bir kez daha gösteriyor ki, bu bildirinin çözmeye çalıştığı sorunun önemli bir bölümü, tarihçilerin bilime karşı tutumlarından doğmaktadır.

Bu denemenin sonlarına doğru bu tutumları daha da araştıracağım; ama ilkin düşünsel tarihçilerin üstlenmiş olduğu görevlerin performansında bunların bir ayrım yaratmayıp yaratmadığını soruşturacağım. Açıktır ki, bilimsel fikirleri sadece marjinal bir biçimde içeren ya da hiç içermeyen durumların büyük bir kısmında, böyle bir ayrım yaratamazlar. Sayıca kabarık daha başka durumlarda belirgin sakatlıklar her şeyin üstünde önsözlerden ya da programatik çalışmalardan türemiş tarih diye daha önce betimlemiş olduğum durumdan doğarlar. Bilimsel fikirler, karşılık olmak üzere yaratılmış oldukları somut teknik sorunlara gönderme yapmaksızın tartışıldığında, ortaya çıkan sonuç, içinde bilimsel kuramların geliştiği ve bunların bilimdışı çevrelerine etkide bulundukları kesinlikle yanıltıcı bir yöntem görüşüdür. Dizgeli bir biçimde yanlış-doğrultu vermenin büründüğü biçim, eski bilim tarihçilerinin yaptıklarının da birçoğunu kapsayan, Bilimsel Devrim tartışmalarında çok açık olarak görülür: Yeni yöntemlerin rolü üzerine, özellikle de deneyin kendi başına yeni bilimsel kuramlar yaratabilme gücü üzerine aşırı bir vurgulama. Sözgelişi, Merton savı üstüne sürüp giden tartışmayı okuyunca, tartışmanın konusu olan şeyin hemen genel biçimde yanlış anlaşıldığını görerek, her zaman düş kırıklığına düşüyorum. Gerçekten, tartışma konusu olan şey, anladığım kadarıyla, İngiltere'de Bacon'cı hareketin doğuşunun ve egemenlik kurmasının açıklanmasıdır. Merton savının hem savunucuları ve hem de eleştiricileri, yeni araçsal felsefenin doğuşunun açıklanmasının bilimsel ilerlemenin açıklanmasının eşdeğeri olduğuna kesin gözüyle bakmaktadır kısacası. Bu görüşle, dinde Püritanizm ya da daha başka yeni bir eğilim, elle çalış-

manın saygınlığını artırdı ve kendi yapıtlarında Tanrı'nın araştırılmasına destek olduysa, o zaman, *ipso facto,* bilime de desteği olmuştu. Buna karşılık, Katolik ülkelerde birinci sınıf bir bilim yapıldıysa eğer, o zaman Protestan dinsel hareketlerin hiçbiri, onyedinci yüzyıl biliminin doğuşuna neden olamayacaktır.

Bununla birlikte, bu ya hep ya da hiç kutuplaşması gereksizdir ve yanlış da olabilir pekâlâ. Bilimsel Devrimin damgasını vurduğu temel bilim kuramındaki değişikliklerle Bacon'cı deneyciliğin çok az bir oranda bağlantısı bulunduğu varsayımı için sağlam bir örnek gösterilebilir. Nitekim, astronomi ve mekanik bilimi, deneye çok az başvuruyla dönüşüm geçirmişti ve yeni tür deneylere de hiç başvurmamıştı. Optik ile fizyolojide deney, daha büyük bir rol oynuyordu; ama, modeller Bacon'cı değil, daha çok klâsik ve Orta Çağ'dandı: Fizyolojide Galen, optikte Ptoleme ve Alhazen görülüyordu. Bu alanlar, artı matematik bilimi, Bilimsel Devrim sırasında kuramın köklü bir yolla dönüştüğü alanların listesini sona erdirir. Uygulamaları bakımından ele alındıklarında, ne deneycilikten ne de onun varsayılan dinsel bağlılaşığından büyük bir ayrım göstermesi beklenemez.

Eğer doğruysa, bu görüş, ne Bacon'cılığı ne de yeni dinsel hareketleri, bilimsel gelişim bakımından önemsizleştirmez yine. Anlatmak istediği şu: Yeni Bacon'cı yöntemler ile değerlerin rolü, daha önceden yerleşik durumda olan bilimlerde yeni kuramlar ortaya koymaktan ibaret değildir; daha çok yeni alanları, çoğunlukla da daha önceki zanaatlarda kök salmış olanları (sözgelişi manyetizma, kimya, elektrik ve ısı üstüne çalışma gibi), bilimsel araştırmaya elverişli kılmaktır. Gerçekten bu alanlar onsekizinci yüzyılın yarısından önce, önemli kuramsal yeni düzenlemeden pek az geçmişti; bilimlerdeki Bacon'cı hareketin hiç de bir sahtecilik olmadığının anlaşılması için beklenmesi gerekli bir zamandı bu. Katolik Fransa'dan çok Britanya'nın, özellikle de Nantes fermanının kaldırılmasından sonra, daha yeni ve daha Bacon'cı alanlara bir düzen getirmekte önde gelen bir rol oynadığı, yeniden gözden geçirilmiş olan bir Merton savının çok geniş ölçekte bilgilendirici olduğunu gösterir. Belki bilimle ilintili eski bir atasözünün, yakın araştırmaya uzak durma

düşüncesini niçin sürdürdüğünü anlamamıza da yardımcı olabilir o: En azından 1700'den 1850'ye değin, Britanya bilimi daha çok deneysel ve mekanik durumdaydı; Fransız bilimi, matematiksel ve usçuydu. İskoçya ile İsviçre'nin onsekizinci yüzyıldaki bilimsel gelişim içinde oynamış oldukları baştanbaşa özel roller üstüne de bir şeyler söyleyebilir bizlere.

Bu gibi olanakları düşünürken bile tarihçilerin bu tür bir güçlükle karşılaşmış olmaları, en azından kısmen, bilim adamlarının bilimsel yöntemin nerdeyse mekanik (ve belki de pek ilgi çekmeyen) uygulamasıyla hakikati buldukları şeklindeki yaygın bir inanıştan ileri gelmektedir sanırım. Onyedinci yüzyıl yöntem bulgulamasını açıkladıktan sonra, tarihçi, bilimleri kendi başlarına bölünüp ayrılmaya bırakabilir ve gerçekte bırakmıştır da. Ancak bu tutum tümüyle bilinçli olmayabilir; çünkü, önsöz tarihinin daha başka temel bir yan-ürünü, onunla bağdaşmayabilir. Bilimsel yöntemlerden yeni bilimsel kuramların özüne çok seyrek olarak döndüklerinde, tarihçiler, bilimdışı fikirlerin çevresel ikliminin oynamış olduğu rol üstüne, kesinlikle aşırı bir vurgulama yapıyorlarmış gibi görünürler hep. Bu iklimin bilimsel gelişimin gerçekleşmesinde önem taşımadığını bir an olsun öne süremem elbet. Ama, bir çalışma alanının ilk gelişim evrelerinde kalmak üzere, yakın düşünsel çevre, alandaki uygulayıcıların ele almış oldukları somut teknik problemlerle ilgili olabildiği ölçüde yalnız, bir bilimin kuramsal yapısını etkileyebilir. Bilim tarihçileri, geçmişte bu teknik öz ile çok ilgilenmişlerdi; ama, genelde, tarihçiler onun varlığını büsbütün bilmezlikten geliyorlardı. Varolduğunu biliyorlardı, ama onun, bu bilimsel gelişimin çeşitli belirleyicilerinin tümünün en köklüsü olmasından çok, sadece bilimin –uygun bir çevrede etkisini gösteren gerçek bir yöntemin– bir ürünü imiş gibi karşılıyorlardı. Bu yaklaşımdan şu sonuç çıkar: İmparatorun yeni giysilerinin öyküsünün uzaktan uzağa anımsanması.

Şimdi de size iki somut örnek vereyim. Hem düşünsel tarihçiler ve hem de sanat tarihçileri, Yeniden-Doğuş'un yeni düşünsel akımlarını betimlemişlerdir çoğunlukla; özellikle de astronomiye elipsi getirme ve, böylece, tam dairesel devinimlerden oluşan yörüngeler üstüne geleneksel iddiayı çürütme olana-

ğını Kepler'e veren, Yeni-Platonculuğu. İşte bu görüşe göre, Tycho'nun yan tutmayan gözlemleri, artı Yeniden-Doğuş'un düşünsel çevresi, Kepler yasalarını getirmişlerdi. Bununla birlikte, burada hep bilmezlikten gelinmiş olan bir şey vardı; o da, herhangi bir yer-merkezli astronomik şemaya uygulandığında, eliptik yörüngelerin bir işe yaramadığını gösteren basit olguydu. Elipslerin kullanılması astronomiyi dönüşüme uğratmadan önce, evrenin merkezinde yerküresinin yerini Güneşin alması gerekiyordu. Kepler'in çalışmasından tam yarım yüzyıldan fazla bir süre önce, böyle bir atım atılmamıştı henüz ve Yeniden-Doğuş'un yeni *düşünsel* ikliminin de buna ikircikli katkıları olmuştu yalnızca. İlginç ve önemli olduğu kadar açık da olan bir yorum var: Yeni-Platonculuk kazanımı olmasaydı, elipslere aynı derecede kolayca ulaşamaz mıydı Kepler?[5] Bu sorunun yanıtının bağlı bulunduğu teknik etkenlerin herhangi birine yollama yapmadan öyküyü anlatmaya kalkışmak, bilimsel yasalar ile kuramların bir bütün olarak fikirler dünyasına nasıl girdiklerini yanlış sunmaktır.

Aynı sonuca götüren başka bir örnek de, Darwin'in evrim kuramının kaynağı ile ilgili, sayısız standart tartışmalarca sağlanmaktadır.[6] Bize söylenenlere göre, durağan Varlık Zincirini

---

[5] T. S. Kuhn, *The Copernican Revolution* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1957) ss. 153-43. N. R. Hanson, *Patterns of Discovery* (Cambridge, University Press, 1958) Böl. 4. Neo-Platonizmin ilgisinin kuşku götürmediği daha başka yanları da vardır Kepler'in düşüncesinin.

[6] Sözgelişi, R. M. Young, "Malthus and the Evolutionists. The Common Context of Biologocal and Social Theory", *Past and Present,* no: 43 (1969), ss. 109-45, Darwin'cilik üzerine yakın zamanların literatüründe çok yararlı bir kılavuzu içeren bir deneme. Ancak, şimdilerde tartışılmakta olan algı sorunlarını ortaya koyan bir ince alaya da dikkat ediniz. Young, "hem bilim tarihçileri ve hem de daha başka türden tarihçiler arasında" çok yaygın olan, "... bilimsel düşüncelerin ve buluşların gerçekten keskin bir biçimde belirlenmiş sınırlarla olduğu kadar görece kuşkusuz birimlerle işlenebileceği, ... 'bilimsel-olmayan' etkenlerin bilimsel düşüncelerin gelişimini şekillendirmekte görece küçük bir rol oynadıkları" gibi üzücü sınırlarla söze başlıyor. Bildirisi, "bilimsel tarih ile tarihin öbür dalları arasındaki küçük bir alanda engelleri yıkmaya girişen bir durum çalışması" olarak düşünülüyor. Açıktır ki bu, benim de özel olarak hoş karşılayacağım bir yardım türüdür. Ama Young, *bilimsel* düşüncelerin ya da tekniklerin

habire devinen bir (yürüyen) merdivene dönüştürebilmek için gerekli olan şey, sonsuz iyileşme ve ilerleme gibi fikirlerin geçerliği, bir Adam Smith'in rekabetçi *laissez faire* (bırakınız-yapsınlar) ekonomisi ve, hepsinin de üstünde, Malthus'un nüfusla ilgili çözümlemeleridir. Bu türden etkenlerin yaşamsal bir önem taşıdıklarından kuşkulanamam; kuşkulanacak kişi, bu etkenler olmadığında, özellikle İngiltere'de, Erasmus Darwin, Spencer ve Robert Chambers'inkiler gibi Darwin-öncesi evrim kuramlarının pıtrak gibi bitmelerini tarihçinin nasıl anlaması gerektiğini sormalıdır elbet. Dahası, bu kurgusal kuramlar, evrim kuramını, Batı düşünsel kalıtının standart bir kurucu öğesi yapımı sırasında Darwin'in ikna edebildiği bilim adamları için bir küfür olmuştu düpedüz. Darwin'in kendinden önce gelenlerden farklı olarak yapmış olduğu şey, sadece ondokuzuncu yüzyılın ilk yarısında biriktirilmiş olan ve, evrimci fikirlerden tamamiyle bağımsız olarak, birçok tanınmış bilim uzmanlığını aslında tedirgin etmiş olan bir yığın gözlem gerecine evrim kavramlarının nasıl uygulanacağını göstermekten ibaretti. Darwin öyküsünün bu bölümü eksik olduğunda, kuramın bütünü anlaşılmaz ve *Türlerin Kökeni*'nden önceki onyıllarda, stratigrafi ve paleontoloji gibi alanların değişken durumunun çözümlenmesini, dünyada bitki ve hayvan dağılımının coğrafik incelenmesini ve Linneaus'un işlev koşutlukları yerine morfolojik benzerlikleri getiren sınıflandırma dizgelerinin giderek artan başarısını gerekli kılar. Gelişmekte olan doğal sınıflandırma dizgelerinde, "düşük doğmuş – avurted" yapraklar diye asma filizlerinden ilk söz açan ya da sıkıca birbirine bağlı bitki türlerinde farklı yumurtalık sayımını, bir tür içinde ayrı ayrı organların başka bir

---

gelişimine karşılık olarak Darwin'ciliğin günyüzüne çıkışını açıklama girişiminde bulunan bir literatüre hiç değinmiyor nerdeyse ve gerçekten de değinilecek çok az şey var. Öte yandan kendi bildirisi de Darwin'in düşüncesini biçimlendirmekte yardımcı olabilecek teknik konuların işlenmesi yolunda da hiçbir girişimde bulunmuyor. Çok olasıdır ki, bir süre sonra o, evrimci düşünce üstüne Malthus'un etkisiyle ilgili standart bir açıklama olacaktır; çünkü, hayranlık uyandıracak şekilde kapsamlı, bilgince ve anlayışlıdır. Ama bir engel yıkıcısı olmak şöyle dursun, Young'ı üzen ayrılığı koruyup sürdürmek için çok şey yapmış olan standart bir tarih yazımı geleneğine de bağlıdır.

türle karışmasına gönderme yaparak açıklamış olan kişiler, hiç de evrimci sayılamazlar. Ama, bunların çalışması olmasaydı, Darwin'in *Türlerin Kökeni* ne son biçimini alabilirdi, ne de bilim adamlarını ve de bilim dışından kimseleri böylesine etkileyebilirdi.

Tartışmamın bu bölümünü son bir noktayla bağlamak istiyorum. Daha başta yeni bilimsel kuramların oluşumunu açıklarken yöntem üzerine vurgulama ile bilimdışı düşünsel çevre üzerine yapılan vurgulamanın hiç de birbiriyle bağdaşmadığını söylemiştim. Şimdi şu noktayı ekleyeceğim: Çok köklü bir düzeyde bunların her ikisi de etkilerinde özdeş olduklarını göstermektedir. Her ikisi de işlediği fikirlerin bilimsel atalarının tümünü birer boş inanç diye savuşturmak için tarihçiye olanak sağlayan açıkça iflah etmez bir Wig'çiliğe yol açmaktadır. Astronomik imgeleme dairenin dayatılması, Orta Çağ dogmacılığıyla da sürdürülüp götürülen geometrik yetkinliğe Platon'cu çılgın düşkünlüğün bir ürünü olarak anlaşılabilir; sabit tür düşüncesinin biyolojide sürüp gitmesi, Oluş Kitabı'nın aşırı derecede harfi harfine okunmasının bir sonucu gibi algılanabilir. Ama ilk açıklamada gözden kaçırılan şey, dairelerle kurulmuş zarif ve şaşırtıcı derecede başarılı astronomik dizgelere herhangi bir gönderme olmayışıdır; oysa bu Copernicus'un da üzerinde bir iyileşme yapmadığı bir başarıdır. İkinci açıklamada gözden kaçırılan ise, eksikliğinde hiçbir taksinomik girişimin yapılamadığı, gözlemlenmiş kesikli tür varlığının her birinin geçerli üyelerinin özgün bir çiftten gelmedikçe anlaşılmasının son derece güç olduğunun kabullenilmesidir. Darwin'den bu yana tür (species) ve cins (genus) gibi taksinomik temel kategorilerin tanımı, zorunlu bir yolla görece keyfi ve olağanüstü bir biçimde sorunsallaştı ve öylece devam etmektedir. Buna karşılık Darwin'in çalışmasının teknik bir kökeni de, ondokuzuncu yüzyıl başlarında bu standart sınıflandırma araçlarının, birçok şey arasında, Yeni Dünya'nın ve Pasifik'in bulunuşuyla geniş ölçüde yaygınlaşmış veri(ler) çokluğuna uygulanmasının giderek güçleşmesidir. Kısacası, boş inanç diye tarihçinin bir yana attığı fikirler, genellikle, yüksek derecede başarılı eski bilimsel dizgelerde, çok önemli öğeler olduklarını ortaya koymuşlardır. Böyle

olunca, yeni yerine-geçmelerin günyüzüne çıkması, elverişli bir düşünsel çevrede uygulanmış olan iyi bir yöntemin sonucu gibi anlaşılmayacaktır sadece.

Buraya değin bilimi düşünsel tarih içine oturtmaya ilgi duyan insanla ilgili önsöz tarihinin yaptığı etkiden söz ettim, ama şimdi bilimin sosyoekonomik rolüyle ilgili standart görüşlere döndüğümüzde, çok değişik bir durumla karşılaşıyoruz. Tarihçinin bu alandaki eksiği, her halükârda, büyük ölçüde konuyla ilgisiz olan, teknik kaynaklar üstüne bir bilgi olduğu kadar; sosyal bir kuvvet olarak bilimin çözümlenmesinde esas olan, kavramsal ayrımlar üzerinde bir egemenliktir de. Sosyoekenomik tarihçi, bir girişim olarak bilimin yapısı ve onun zamanla geçirdiği değişiklikler üstüne daha iyi bir kavrayışa erişebilseydi, bu ayrımların kimileri kendiliklerinden çıkardı. Bilimlerin oynadığı rol üzerine eğildiğinde, insanların bilimsel topluluklara nasıl üye oldukları, sonra ne yaptıkları, sorunlarının nereden geldiği ve çözüm olarak nelerle karşılaştıkları üstüne en azından toplu bir duygu sahibi olurdu. Bu bakımdan onun gereksinimleri, tarihçilerinkiyle örtüşür, teknik açıdan çok daha az aransalar da. Ama sosyoekonomik tarihçinin de, düşünsel tarihçinin de duymadığı, başka gereksinimleri olur: Bir girişim olarak teknolojinin yapısı üstüne bir bilgi, hem sosyal ve hem de düşünsel olarak, onu bilimden ayırt etme yeteneği ve, her şeyin üstünde, hem de her ikisi arasındaki çeşitli etkileşim biçimlerine dönük bir duyarlık gibi.

Bilim, herhangi bir yolla sosyoekonomik gelişimi etkilediğinde, teknoloji yoluyla yapar bu etkiyi. Tarihçiler, onyedinci yüzyıldan beri bilimin yararlılığını her zaman ilân etmiş ve sonra da onu çoğun varolan makinaların ve üretim biçimlerinin[7] açıklamalarıyla örneklemiş olan önsözlerle yüreklendirilen

[7] Tarihçilerin teknoloji ile birlikte bilim konusunda karşılaştıkları güçlükler Sanayi Devrimi tartışmalarında olduğundan daha iyi bir biçimde hiçbir yerde örneklenmemiştir. Uzun süredir standart tutum T. S. Ashton'un tutumudur, *The Industrial Revolution,* 1760-830 (London and New York: Oxford University Press, 1948), s. 15: "İngiliz bilimsel düşünce akımı, Francis Bacon'ın öğretisinden kaynaklanmış ve Boyle ile Newton'un dehasıyla genişletilmiş olup, sanayi devriminin ana kollarından biriydi". Rolan Mousnier'nin *Progrès scientifique*

bu iki girişimi çoğun birleştirmek istemişlerdir. Bu sorunlarda da Bacon, sadece olması gerektiği gibi, ciddiyetle karşılanmakla kalmamış; tersine, olması gerekmediği gibi, sözcüğü sözcüğüne alınmıştır. Böylece, onyedinci yüzyılın yöntembilimsel yenilikleri, yararlı olduğu kadar sağlam da olan bir bilimin kaynağı gibi de görülmektedir. Açıkça ya da örtülü olarak, bilim, o zamandan bu yana, giderek sürekli artan sosyoekonomik bir rol oynuyormuş gibi betimlenmiş bulunmaktadır. Ama gerçekte, Bacon ile ardıllarının üç yüzyıllık yüreklendirici savlarına karşın, teknoloji, yaklaşık yüz yıldanberi, bilimlerden önemli büyüklükte girdiler almaksızın gelişme göstermişti. Sosyoekonomik gelişimde esas devindirici güç olarak bilimin ortaya çıkışı, basamaklı değil, birdenbire oluşan bir olaydı; ilkin 1870'lerde organik kimya boya sanayiinde büyük ölçüde ilk kez belirmiş ve 1890'lardan sonra elektrik gücü sanayiinde sürüp girmiş ve 1920'lerden bu yana da hızla ivmesini artırmıştı. Bu gelişmeleri Bilimsel Devrim'den doğan sonuçlar gibi görmek, çağdaş bilim sahnesinin köklü, tarihsel kurucu dönüşümlerinden birini gözden kaçırmak anlamına gelir. Bu değişikliğin ne olduğu daha iyi anlaşılmış olsaydı, bilim siyasası üstüne bugünkü birçok tartışma, çok daha verimli sonuçlar sağlardı.

Bu dönüşümü ilerde ele alacağım, ama ilkin, basite indirgeyici ve, dogmatikçe de olsa, bir arka plan taslağı çizmem gerek. Onyedinci yüzyılın başında, Bacon henüz birlikteliklerini bildirmeden önce, bilim ve teknoloji ayrı ayrı girişimlerdi ve hemen hemen üç yüzyıl daha birbirinden ayrı kalabilirlerdi. Ondokuzuncu yüzyılın geç yıllarına değin, önemli teknolojik yenilikler, nerdeyse hiçbir zaman, bilimlere katkıları bulunmuş insanlardan, kurumlardan ya da toplumsal gruplardan gelmiş de-

---

et technique au XVIII^e siécle (Paris: Plon, 1958) adındaki kitabı, ilk girişimin de tam bağımsızlığını ileri sürerek, daha usta bir biçimde karşıt konumu tutmaktadır. Sanayi Devrimi Newton'cu bilimi uyguluyordu şeklindeki görüşe bir düzeltici yol olarak Mousnier'nin değişkesi bir iyileşmedir ama, onsekizinci yüzyıl bilim ve teknolojisinin büyük yöntembilimsel ve ideolojik etkileşimlerini tümüyle gözden kaçırıyordu. Bunun için, aşağıya ya da E. J. Hobsbawn'ın *The Age of Revolution 1789-1848* (Cleveland: World Publishing Company, 1962 adlı kitabında "Bilim" bölümüne bak.

ğildir. Kimi zaman bilim adamları bunları denemiş olsalar da ve sözcüleri çoğun başarı iddialarında bulunsa da, teknolojiyi asıl iyiye götürenler daha çok zanaatçılar, ustabaşıları ve bilimlerde çoğun çağdaşlarıyla keskin çelişkiler içinde bulunan bir grubu oluşturan, keskin zekâlı buluş sahipleriydi.[8] Bu buluş sahiplerinin küçümsenmesi de bilim literatüründe sık sık karşımıza çıkan bir olgudur ve, dalgın bilim adamı düşmanlığı, teknoloji literatüründe eksikliği hiç duyulmayan bir izlektir. Bilim ile teknolojinin bu kutuplaşmasının toplumbilimsel derin kökleri olduğu da açıktır; çünkü, hemen hemen hiçbir tarihsel toplum, her ikisini aynı anda başarıyla birlikte geliştirememiştir.

Yunanistan, bilime değer verdiği halde, teknolojiyi, eski tanrılardan kalma, işe yaramaz bir kalıt gibi görmüştü; buna karşılık Roma, teknolojisiyle ün salmıştı ama, göz doyurucu bir bilim ortaya koyamamıştı. Modern Avrupa kültürünün günyüzüne çıkmasına olanak veren geç-Ortaçağın ve Yeniden-Doğuş'un teknolojik yenilikler dizisinin, Bilimsel Devrim başlamadan önce, büyük ölçüde arkası kesilmişti. Teknoloji bakımından ikinci sınıf olan Fransa, dünyanın seçkin bir bilimsel gücü olduğu sırada, İngiltere, kendi başına çalışan bir dizi yenilikçiye sahip olmasına karşın; Sanayi Devrimi'ni kuşatan yüzyılda, en azından, soyut ve gelişmiş bilimlerde geri kalmıştı genel olarak. Yaklaşık 1930'dan beri Birleşik Devletler ile Sovyetler Birliği'nin olası ayrık durumlarıyla (emin olmak için vakit henüz erken), 2. Dünya Savaşı öncesi yüzyıl boyunca Almanya, hem bilimde ve hem de teknolojide birinci sınıf gelenekleri aynı zamanda des-

---

[8] R. P. Multhauf, "The Scientist and the 'Improver' of the Technology", *Technology and Culture* 1 (1959): 38-47); C. C. Gillispie, "The Encyclopédie and Jacobin Philosophy of Science", M. Clagett baskısında, *Critical Problems in the History of Science* (Madison, University of Wisconsin Press, 1959) ss. 225-89. Bir çatal-ayrılış açıklamasına dokundurmalar için bak. benim "Comments"lerime, R. R. Nelson baskısı, *The Rate and Direction of Inventive Activity,* Ekonomik Araştırmalar Ulusal Bürosu Raporu, (Princeton: Princeton University Press, 1962), ss. 379-84, 450-57 ve "The Essential Tension: Tradition and Innovation in Scientific Research", bildirimin önsözü, C. W. Taylor and Frank Barron baskısı, *Scientific Creativity: Its Recognation and Development* (New York: Wiley, 1963), ss. 341-54, ss. 237-39, aşağısı.

tekleyebilen tek ulus olarak bulunuyordu. Kurumsal ayrılık –*Wissenschaft* için üniversiteler ve sanayi ile zanaatlar için *Technische Hochschule*'ler–, bu biricik başarının nedenidirler herhalde. Bir ilk yaklaşım olarak, sosyoekonomik gelişim tarihçisi bilim ile teknolojiyi, bilimlerle sanatlardan farklı olmayan bir biçimde, kökten ayrımlı girişimler olarak işleyebilir. Yeniden-Doğuş ile geç ondokuzuncu yüzyıl arasında teknolojilerin genelde sanat olarak sınıflandırılması bir rastlantı değildi.

Bu bakış açısından yola çıkarak, şimdi ayrı ayrı görülen iki girişim arasındaki etkileşimler üstüne sorular sorulabilir, sosyoekonomik tarihçinin yapması gerektiği gibi. Bu türden etkileşimler, belirgin bir biçimde, üç çeşittir; biri Antikite'den, ikincisi onsekizinci yüzyıl ortasından ve üçüncüsü de geç ondokuzuncu yüzyıldan kaynaklanır. Toplumsal bilimlerdeki dışında, şimdi belki sona ermiş olan en uzun sürüp gideni; kaynakları ne olursa olsun, daha önceden varolan teknolojilerin bilimler üzerindeki etkisidir. Eski statik bilimi, onyedinci yüzyılın manyetizma ve kimya gibi yeni bilimleri ve ondokuzuncu yüzyılda termodinamiğin gelişimi birer örnektir başlıbaşına. Bunların ve sayısız daha başka durumların her birinde, doğanın anlaşılmasında bağlayıcı bir önem taşıyan ilerlemeler görülmüştür; bunlar, daha önceden zanaatçıların nasıl yapılmış olduklarını bildikleri şeylere, bilim adamlarının karar vermelerinden kaynaklanan ilerlemelerdir. Bilimlerde başka köklü yenilik kaynakları da vardır; ama, belki Marx'çıların dışında, bunlar çoğun küçümsenip geçilmiştir.

Gelgelelim, bütün bu durumlarda sağlanmış olan kazanımlar teknoloji değil, bilim hesabına yazılmışlardır. Marx'çı tarihçilerin sık sık gözden kaçırmış oldukları bir noktadır bu. Kepler şarap fıçılarının optimum boyutlarını, en az ağaç tüketimi ile en çok (maksimum) içeriği verecek oranları incelediğinde, değişmeler hesabının bulgulanmasına da yardımcı olmuştu; ama, bu arada, eldeki şarap fıçılarının da zaten kendi bulmuş olduğu boyutlarda yapılmış olduğunu da anlamıştı. Sadi Carnot buhar makinası kuramını, kendisinin de vurgulamış olduğu gibi, bilimin ya hiç katkıda bulunmadığı ya da çok az katkıda bulunduğu bir ilk devindiriciyi ortaya koymayı üstlendiğinde, sağlamış ol-

duğu sonuç termodinamik doğrultusunda önemli bir ileri adım olmuştu; ne var ki, makinanın daha iyiye götürülmesi dileği onun çalışması henüz başlamadan önce mühendislik uygulamasında somutlaşmış bulunmaktaydı.[9] Hiçbiri pek önemli olmayan çok az ayrıksı durumla, problemlerinin çözümü için teknolojiye dönmüş olan bilim adamları, daha önceden bilimin yardımı dokunmadan geliştirilmiş teknikleri iyileştirmekte değil, sadece sağlamlaştırıp açıklamakta başarılı olmuşlardı.

Onsekizinci yüzyılın yarısından başlayarak görülebilen ikinci bir etkileşim biçimi, uygulamalı sanatlarda bilimden ve kimi zaman bilim adamlarından alınan yöntemlerin giderek artan yayılışı idi.[10] Bu hareketin etkililiği, belirsiz olmaktan geri kalmaz. Sözgelimi, yeni dokuma makinalarının geliştirilmesinde ve Sanayi Devrimi için çok önemli demir imalatı tekniklerinde, bir rol oynadığı görülmez açıkça. Ama, onsekizinci yüzyıl İngiltere'sinin "deneme çiftlikleri", çiftlik hayvanı yetiştiricilerinin kayıt defterleri ve ayrık kondansatörün geliştirilmesinde Watt'ın gerçekleştirmiş olduğu buharla ilgili deneyler, hep birden, zanaat alanında bilimsel yöntemlerin kullanımında makul olarak bilinçli bir girişim gibi görülmüştü ve bu tür yöntemler kimi zaman üretken de olmuşlardı. Ama bunları kullanmış olan insanların çağdaş bilimlere pek yararı dokunmamıştı; pek azı da bunu bilmekteydi zaten; başarılı olduklarında da varolan bilimi uygulama yoluyla değil, yöntembilim açısından ne denli karışık olursa olsun, belli bir toplumsal gereksinime cepheden belli bir saldırıyla oluyordu bu.

Ancak kimyada durum büyük ölçüde daha ikircikliydi.[11]

---

[9] W. C. Unwin, "The Development of the Experimental Study of Heat Engines", *The Electrician* 35 (1895): 46-50, 77-80, Carnot kuramının ve pratik mühendislik dizaynları için ardıllarının kullanmasına girişildiğinde karşılaşılan güçlüklerin çarpıcı bir açıklamasıdır.

[10] C. C. Gillispie, "The Natural History of Industry", *Isis* 48 (1957) 398-407; R. E. Schofield, "The Industrial Orientation of the Lunar Society of Birmingham", *Isis* 48 (1957): 408-15. İki yazarın ateşli bir biçimde aykırı görüşler bildirirken ne ölçüde aynı savı değişik sözcüklerle savunduklarına dikkat.

[11] H. Guerlac, "Some Frenchs Antecedents of the Chemical Revolution", *Chymia* 5 (1968): 73-112; Archibald Clow ve N. L. Clow, *The Chemical Revolu-*

Özellikle Fransa'da Lavoisier ile C. L. Berthollet'nin de aralarında bulunduğu seçkin kimyacılar boyacılık, seramik ve top barutu gibi sanayileri daha iyiye götürmek ve denetleme işlerinde çalıştırılmaktaydılar. Ayrıca, bu işleri çekip çevirirken de çok başarılı idiler. Yalnız getirdikleri değişiklikler ne dramatik nitelikte olmuştu, ne de çok açık bir biçimde çağdaş kimya kuramına ve bulgulamasına bağlı bulunuyordu. Lavoisier'nin yeni kimyası bu konuda bir örnek oluşturur. Ama kuşkusuzdur ki, daha önce geliştirilmiş olan maden cevheri tasfiye teknolojisi, asitlerin imali ve benzerleri üstüne daha derin bir kavrayış sağlamıştı o. Ayrıca, daha iyi kalite kontrol tekniklerinin yavaş yavaş geliştirilmesine de yol açmıştı. Ama, bu yerleşik sanayilerde köklü hiçbir değişikliğin bulunmayışından da yine o sorumluydu ve, sülfürik asit, soda ya da dövme demir ve çelik gibi yeni teknolojilerin ondokuzuncu yüzyıldaki gelişiminde göze görünen bir rol de oynamıştı. Bilimsel bilginin gelişiminden ileri gelen yeni ve önemli süreçler aranırsa, 1840'tan 1870'e varan kuşaklarda organik kimyanın, varolan elektriğin ve termodinamiğin olgunlaşmasını beklemek gerekecektir.

Daha önceki bilimsel araştırmalardan türeyen ve, gelişimleri bakımından, bilimsel eğitim görmüş insanlarca yapılan ek araştırmaya bağlı bulunan ürünler ve süreçler, bilim ile teknoloji arasında[12] üçüncü tip bir etkileşimi ortaya çıkarır. Yüzyıl önce organik boya sanayiinde günyüzüne çıkışından bu yana, o, iletişimi, enerji üretimini ve dağıtımını (iki kat), hem sanayi ile günlük yaşamın gereçlerini ve hem tıbbı ve hem de ayrıca savaş sanatını dönüşüme uğratmıştır. Günümüzde her yerde kendini gösteren varlığı ve ağırlığı, bilim ile teknoloji arasındaki gerçek ayrılığı hâlâ gizlemektedir. Süreç içinde, bunlar, bu etkileşimin günyüzüne çıkışının çok yakın bir zamanda ve bağlayıcı bir bi-

---

tion (London: Batchworth Press, 1952); ve L. F. Haber, *The Chemical Industry during the Nineteenth Century* (Oxford: Clarendon Press, 1959).

[12] John Beer, *The Emergence of the German Dye Industry*, Illionis Studies in the Social Sciences, C. 44 (Urbana: University of Illionis Press, 1959); H. C. Passer, *The Electrical Manifacturers, 1875-1900* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1953).

çimde, nasıl oluştuğunu anlamayı güçleştirir. Ekonomik tarihçiler bile, Sanayi Devrimi'nde değişikliği öngören kuvvetler ile yirminci yüzyılda işlemsel olanlar arasındaki nitel bölünmeden hiç de haberli görünmüyorlar. Genel tarihlerin çoğu, böyle bir dönüşümün varlığını bile gizliyor. Ne var ki, çağdaş sosyoekonomik gelişimin hiçbir izleyicisinin sorumluluk duyarak görmezlikten gelemeyeceği bir rolü, 1870'ten bu yana bilimin üstlenmiş sayılması için, bilim tarihinin önemini abartma gereği duyulamaz.

Dönüşüm kaynakları nelerdir ve sosyoekonomik bir tarihçi bunların kavranılmasında nasıl yardımcı olabilir? Bana sorarsanız, bunlar iki tanedir ve bunlardan birincisini o tanıyabilir ve ikincisinin de çözümüne katılabilir. Ne denli yüksek derecede gelişmiş olursa olsun, hiçbir bilim, varolan teknolojik uygulamayı büyük ölçüde değiştirecek uygulamalara gerek duyamaz. Mekanik, astronomi ve matematik gibi klâsik bilimler, Bilimsel Devrim sırasında yeniden ortaya atıldıktan sonra da, bu türden pek az etki göstermişlerdi. Ama, bunu göstermiş olanlar da, onyedinci yüzyılda Bacon'cı hareketten doğmuş olanlar, özellikle de kimya ile elektrik bilimi idi. Ama onlar bile, ondokuzuncu yüzyılın ikinci üçte birine değin, önemli uygulamalar oluşturabilecek gerekli gelişim düzeylerini bulamamışlardı. Yüzyılın ortasında bu alanların olgunlaşmasından önce, bilimsel bilginin herhangi bir alanda ortaya koyabildiği büyük sosyoekonomik ağırlığın pek azı vardı. Sosyoekonomik tarihçilerin pek azı bilimi hızla yeni gereçler ve cihazlar üretme yoluna sokan ilerlemelerin teknik yanlarını izleyebilecek bir biçimde donanımlı olsa da, onlar bu gelişmelerin ve oynadıkları özel rollerin bilincinde idiler kesinlikle.

Bununla birlikte içsel teknik gelişim, sosyal açıdan önemli bir bilimin ortaya çıkması için tek gereklilik değildi elbet ve geri kalanla ilgili olarak da sosyoekonomik tarihçinin söyleyecek önemli bir hayli şeyi olabilirdi. Ondokuzuncu yüzyılda bilimlerin kurumsal ve sosyal yapısı, Bilimsel Devrim'de önceden kestirilememiş olan yollarla dönüşüme uğramıştı. 1780'lerin başında ve ertesi yüzyılın ilk yarısında sürüp giden, bilimlerin tek tek dallarında henüz yeni yeni oluşan uzmanlık kuruluşları, daha

önceleri her şeyi kapsamına alan ulusal kuruluşların sağlamaya giriştikleri liderliğe soyunuyorlardı. Öte yandan, özel bilimsel gazeteler ve özellikle de uzmanlıkların kendi çıkarmış olduğu gazeteler hızla artıyor ve, giderek daha çok, önceleri kamusal bilimsel iletişimin hemen tek medyası olan ulusal akademilerin kendi iç organlarının yerini alıyorlardı. Bilimsel eğitim ile araştırma alanlarında da benzeri bir değişme görülmekteydi. Tıptaki birkaç askeri okul dışında, onsekizinci yüzyılın son on yılında Ecole Polytechnique'in kurulmasından önce, bilimsel eğitime çok az yer veriliyordu. Ne var ki, bu model hızla dünyaya yayıldı; ilkin Almanya'ya, arkasından Birleşik-Devletler'e, son olarak da, daha tartışmalı bir biçimde, İngiltere'ye yayıldı. Bu arada, daha başka yeni kurumsal biçimler gelişim gösterdi, özellikle Giessen'de Justus von Liebig gibi ya da Londra'da Royal College of Chemistry gibi öğretim ve araştırma laboratuvarları örneğin. Bunlar, daha önce çok az rastlanan mesleki bilimsel kariyeri ilkin olanaklı kılan ve sonra da destekleyen gelişmelerdi. Bir potansiyel olarak uygulanabilen bir bilim gibi onlar da nerdeyse ansızın ve çabucak günyüzüne çıkmışlardı. Onyedinci yüzyılda Bacon'cı bilimlerin olgunlaşmasıyla birlikte, *ondokuzuncu* yüzyılın ilk yarısında özeklenen ikinci bir bilimsel devrim ekseni olmuşlardı; modern zamanların anlaşılmasında, en azından eski adaşı kadar önemli tarihsel bir oluntudur bu da. Tarih kitaplarına girmesinin zamanı gelmiştir artık; ama, ondokuzuncu yüzyıldaki daha başka gelişmelerin de, yalnız bilim tarihçilerince çözülemeyecek derecede büyük bir parçasıdır da.

Buraya değin tarihçinin bilimi ve onun tarihini savsaklamasını açıklamaya çalıştım; bunu yaparken de kabahatin herkesten çok tarihçilere düştüğünü, pek seyrek olarak da, bilimi çalışmalarının konusu olarak seçmiş uzmanlara düştüğünü yineledim durdum. Günümüzde, daha sonra üzerinde yeniden duracağım kimi sebeplerden dolayı, sorumluluğun kime düştüğü aşağı yukarı temellendirilmiş gibidir bence, son çözümlemede haksızlık olsa bile. Ama şimdiki durumda o kısmen geçmişin bir ürünüdür. Tarih ile bilim tarihi arasındaki çağdaş boşluk, iyileştirilmesi umuduyla biraz daha çözümlenecek olursa, bilim tarihi tarihince ayrılıkçılığa yapılmış olan katkı teslim edilmelidir ilkin.

Bu yüzyılın ilk yarılarına gelinceye, bilim tarihi ya da onunla ilgili olarak varolan birazcık bir şey, iki temel geleneğin egemenliği altında bulunuyordu.[13] Bunlardan biri, Condorcet ve Comte'tan Dampier ve Sarton'a varıyordu ve bilimsel ilerlemeyi nerdeyse sürekli bir gelenekle birlikte usun ilkel boş inanç üstüne tutkusu, en yüce biçimiyle işlerlik gösteren insanlığın biricik örneği olarak görüyordu. Bir bölümü hâlâ yararlı olan büyük bir bilimsel çalışma kimi zaman onlar üstüne yapılmış olsa da, bu geleneğin yaratmış olduğu tarihsel saptamalar son çözümlemede yönelişleri bakımından yüreklendirici idiler ve, hangi olumlu bulguyu, ne zaman ve kimin yapmış olduğu ötesinde, bilimin içeriği üstüne dikkati çekici pek az bilgi veriyorlardı. Arada bir gönderme yapma ve tarih-yazımı makaleleri hazırlama dışında, hiçbir çağdaş bilim tarihçisi kendilerini okumuyordu; geneldeki tarihçilik mesleğince büyük ölçüde yine gereğince değerlendirilmemiş gibi görünen bir olguydu bu. Duygularına değer verdiğim kimilerini bu sözlerimin inciteceğini bildiğim halde, sorunun altını çizmek için de başka hiçbir seçenek göremiyorum. Bilim tarihçileri, mesleklerinin kurulması işinde, merhum George Sarton'a çok şey borçludurlar; ama onun yaygınlaştırmış olduğu, uzmanlıklarıyla ilgili görüntü, çoktandır reddedilmiş olduğu halde, hâlâ çok zararlı olmaktadır.

Hem ürünleri bakımından ve hem de özellikle anakara Avrupa'sında bir çeşit yaşamı hâlâ sergilediği için daha önemli ikinci bir gelenek; arada bir uzmanlıklarının tarihini de yazmış olan, kimi zaman seçkin, uygulayıcı bilim adamlarıyla başlar ilkin. Çalışmaları, genellikle, bilim eğitiminin bir yan ürünü olarak başlamakta ve daha çok bilim öğrencilerine (araştırmacılarına) yönelmektedir. Kendi özünden gelen bir çekicilikten başka, onlar, böyle tarihlerde, uzmanlıklarının içeriklerini açıklığa kavuşturacak, geleneğini kuracak ve öğrencileri kendine çekecek bir araç görmüşlerdi. Yazdıkları kitaplar çok teknikti, hâlâ da öyledir ve çeşitli tarih-yazımı eğilimi olan uzmanlarca, en

---

[13] Aşağıdaki sorunların birçoğu benim "Bilim Tarihi", *International Encyclopedia of Social Sciences* (New York, 1968), 14; 74-83, 105-26 ve aşağısında, daha temel olarak açımlandırılmıştır.

iyileri bugün de kullanılabilmektedir yararlanılarak. Ama tarih olarak, en azından günümüz bakış açısından ele alındığında, geleneğin iki büyük sınırlaması vardı. Arada bir kendi kendine safça konuşmalar dışında, tartışılmakta olan kavramların ve tekniklerin evrimi için, ne bir genel bağlam, ne de onların dışsal etkilerini gözönüne alan, salt içsel tarihler üretiyordu o: Bu sınırlamanın da bir kusur olması gerekmiyordu her zaman; çünkü, olgunlaşmış bilimler dış çevre havasından, en azından fikirlerin havasından, öteki yaratıcı alanlarda olanlardakinden daha çok yalıtılmışlardı. Ama, kuşkusuz çok ileri götürülmüştü ve, her ne olursa olsun, belki fikir tarihçilerini dışta bırakarak, yapıtı bu biçimiyle tarihçilerin gözünde çekici olmaktan çıkarmıştı.

Ne var ki, en katışıksız fikir tarihçileri bile, bu geleneğin ikinci ve daha da belirgin kusurundan bunalmış ve zaman zaman yanlış yola sapmışlardır. Bilim adamı-tarihçiler ve onları izleyen kimseler, çağdaş bilimsel ulamları, kavramları ve ölçütleri belirgin bir biçimde tarihe dayatmışlardı. Kimi zaman Antikite'den alıp getirdikleri bir uzmanlığın, onlar yazmadan bir kuşak öncesine değin, bilinen bir inceleme konusu olarak adı geçmiyordu. Ne var ki, neyin buna ait olduğunu bildikleri için, uzmanlığın geçerli içeriklerini, ayrışık yapıdaki alanlarda bulunan eski metinlerden tutup çıkarıyorlardı; süreç içinde kurmuş oldukları geleneğin bir zamanlar varolduğunu hiç fark etmiyorlardı. Buna ek olarak, geçmişin kavramları ile kuramlarını, o andaki kullanımda olanlara birer kusurlu yaklaştırım gibi alıyorlar ve böylece geçmişteki bilimsel geleneklerin hem yapısını ve hem de bütünlüğünü gizliyorlardı. Bu yolla yazılmış olan tarihler, ister istemez, bilim tarihinin, dikkatsizlikten kaynaklanan yanılgı ve boş inanç karşısında sağlam yöntemin kazanmış olduğu utkunun çok ilginç bir tarihsel saptanması olmadığı izlenimini güçlendiriyordu. Eğer bunlar yararlanılabilecek biricik modeller olsaydı, tarihçiler, pek kolayca yanlış yola sapma dışında, çok az bir şey için eleştirilebilirdi.

Ne ki, biricik model değildir bunlar; meslekte otuz yıl boyunca egemen olmuş olanlar da bunlar değildir. Geç ondokuzuncu yüzyılın felsefe tarihlerinde bulunan bir yaklaşımı bilimlere giderek daha çok uyarlamış olan, çok yakınlardaki bir gele-

nekten türemiş bulunmaktadırlar. Doğaldır ki, bu alanda da, yalnızca yan-tutucu kişiler, pozitif bilgiyi yanılgı ve boş inançtan ayırt etme yeteneklerine güvenebilirler. Sonuç olarak, tarihçiler, daha sonraları Bertrand Russel'ın özlü bir biçimde dile getirmiş olduğu bir öğütün etkisinden pek kurtulamazlar: "Bir filozofu incelerken tutulacak doğru yol, ne saygıdır ne de öfke; her şeyden önce, bir çeşit kuşkulu duygu yakınlığıdır, ta ki onun kendi kuramlarında neye inanmak istediğini anlamak olanağı doğsun."[14] Fikirler tarihinde sonuçta kurulan gelenek, hem Ernst Cassirer'in ve hem de Arthur Lovejoy'un, yani sınırlamaları ne denli köklü olursa olsun, tarihte fikirlerin daha sonraki işlenmesi üzerinde yapıtlarının verimli ve büyük etkisi olmuş insanların ortaya çıkmasına yol açan bir gelenektir. Şaşırtıcı olup da açıklanması gereken nokta, Alexandre Koyré'ye göre, bir kuşak adına bilimler için aynı modelleri geliştirmiş olan insanların çalışmalarının, düşünsel tarihçiler üzerinde bile, benzeri bir etkisinin eksikliğidir. Yazılarında görüldüğü biçimiyle bilim, eski geleneklerin her birinde tasarlanmış olanla aynı bir girişim değildir. O ilk kez potansiyel olarak müzik, edebiyat, felsefe ve hukuk gibi, tam olarak tarihsel bir girişim olmuştur.

"Potansiyel olarak" diyorum, çünkü bu modelin de sınırlandırmaları vardır kendine göre. Bilim tarihçisinin asıl inceleme konusunu fikirler bağlamının tümüne yaygınlaştırmasına karşın, o yine içsel tarih olarak kalır; şu anlamda ki, bilimlerin içinde gelişmiş oldukları kurumsal ya da sosyoekonomik bağlama çok az dikkat eder ya da hiç etmez. Sözgelimi, son zamanların tarih-yazımı, yöntem mitosunu büyük ölçüde gözden düşürmüştür; ama, sonra da Bacon'cı hareket için önemli bir rol bulma güçlüğüyle karşılaşmıştır ve Merton savına karşı, ya da bilim ile teknoloji, sanayi ya da zanaatlar[15] arasındaki bağıntıya karşı, küçümsemeden öteye pek tepki gösterememiştir. Yukarda tarihçilere vermiş olduğum konu derslerinden birkaçının benim

---

[14] Bertrand Russel, *A History of Western Philosophy* (New York: Simon & Schuster, 1945), s. 39.

[15] T. S. Kuhn, "Alexandre Koyré and the History of Science", ***Encounter*** 34 (1970): 67-70.

kendi mesleğimde de verimli bir biçimde geçtiğini açığa vurmam zamanı geldi artık. Ama, bu konu derslerinin uygulandığı alanlar, bilim tarihi ile şimdi kültürel ve sosyo-ekonomik tarihçinin standart uğraşları arasındaki aralıklardır. Her iki grup tarafından da işlenmesi gerekir. Giriş noktaları sağlayan, bilimde bir içsel gelişim modeline göre, bilim tarihçileri şimdilerde daha çok ona dönmektedirler; bu da benim sonuç bölümünde ele almak istediğim bir devinimdir. Geneldeki tarih mesleği içinde böyle bir devinimden hiç haberim yok.

Açıktır ki, bilim tarihçileri de bu kınamadan pay alacaklardır. Ama geçmişteki ve şimdiki günahlarını gösteren hiçbir katalog, tarih mesleğinin geri kalanıyla günümüzdeki bağıntılarının geçerliklerini tümüyle açıklayamayacaktır. Yapıtlarının gerçekleştirmiş olduğu geçerlilik, yaklaşık otuz yıl önce, disiplinleri henüz embriyon durumunda iken ve o zamandan bu yana tümüyle asla özümsenmemiş iken yayınlanmış olan, Butterfield'in kitabıyla ilkin günyüzüne çıkmıştı. Onların çalışma konularını savsaklayan bilim, büyük bir tarihi kuvvet olduğu yıllarda tam da, özellikle bir keskinlik kazanır. Dersleri, genellikle tarih bölümlerinde yer almakla birlikte, tarihçilerce pek az dinlenmiş ve kitapları da pek seyrek okunmuştur. Bu durumun nedenleri üstüne spekülasyon yapmaktan öteye bir şey gelmiyor elimden ve bu spekülasyonun bir bölümü de, benim yalnız meslektaşlarımla ve arkadaşlarımla yapmış olduğum konuşmalarla öğrendiğim konular üzerindedir. Ancak bu kitabın yaratmış olduğu fırsat, sanırım, spekülasyon için de bir özür sağlayabilir.

İki türlü açıklamayla karşılaşıyoruz; birincisi, bilgince disiplinler arasında tarih için belki biricik etken olan şeyden kaynaklanır. Bilim tarihi, ilkece, sözgelişi, siyasal, diplomatik, sosyal ya da düşünsel tarihten daha başka bir uzmanlıktır yine de; çünkü, ilk ağızda, coğrafi açıdan belirlenmiş bir topluluk içindeki etkinliklerin bütününden daha başta soyutlanması gereken bir olaylar takımıyla değil; özel bir grubun –bilim adamlarının– etkinliğiyle ilgilidir. Bu bakımdan, onun doğal akrabaları edebiyat, felsefe, müzik ve plastik sanatlar tarihleridir.[16] Ne var ki, bu uzman-

[16] M. I. Finley, hukuk tarihinin daha da aydınlatıcı bir koşutluğu sağlayaca-

lıklar, tarih bölümlerinde olağan bir yolla verilmez. Tersine, tarihin inceleneceği disiplinden sorumlu bölümün sunuşunun az ya da çok bütünleyici parçalarıdırlar. Belki tarihçiler, öbür disiplinlerin tarihine yapmış oldukları aynı yolla, bilim tarihine de tepki göstermektedirler. Belki de özel anlamda bir gerginliğe yol açan şey, aynı bölüme üyeliğin yaratmış olduğu yakınlıktır sadece.

Ben bu görüşleri, on dört yıl önce bir tarih kürsüsünde ilk kez öğretim yapmaya başladığımdan bu yana, benim ve öğrencilerimin çok yakından ve verimli bir biçimde etkileşimde bulunduğumuz iki tarihçiden biri olan Carl Schorske'ye borçluyum. Bu deneme, henüz iyice ilerlememişken daha, yukarda, düşünsel-tarihte-bilim başlığı altında tartışılan sorunların çoğunun öbür düşünsel, edebi ve sanatsal araştırmalarla ilgili tipik tarihçi tartışmasıyla kesin koşutluklar gösterdiğine beni inandırmıştı o. Tarihçiler, diyordu, bir öyküden, bir resimden ya da bir felsefi tezden çağdaş sosyal problemleri ve değerleri yansıtan izlekleri ortaya çıkarmakta çoğun pek beceriklidirler. Ama, kimi zaman onları çarpıtarak hep gözden kaçırmış oldukları şeyler, kısmen kendilerini oluşturan disiplinin içyapısıyla ve kısmen de bu disiplinin geçmişinin geçerli evriminde her zaman oynamış olduğu özel rol ile, içerden belirlenmiş olan zanaatlann kimi yan-

---

ğını belirtiyor. Hukuk, her şeye karşın, tarihçilerin geleneksel bir yolla işlemiş oldukları siyasal ve sosyal gelişme türlerinin açıkça görülen belirleyicilerinden biridir. Ama, yasama yoluyla toplum istencinin anlatımına gönderme dışta bırakılırsa, tarihçiler bir kurum olarak onun evrimine pek dikkat etmemektedirler. Konferansta Peter Paret'nin askeri tarih bir kurum olarak askeri tesisin tarihi olmalıdır kısmen; bu kurumun da yine kısmen kendine göre bir yaşamı olmalıdır diye diretmesine gösterilen tepkiler, disiplin tarihine nasıl derinden direnme bulunduğunu göstermektedir. Konferansa katılanlar, sözgelimi demişlerdir ki, askeri tarihin ne olması gerektiği, savaşın sosyal kaynaklarının ve savaşın toplum üzerindeki etkilerinin incelenmesidir. Ne var ki bu konular, askeri tarihin yapılmış olmasını istemek için gerekli ana sebepleri belki sağlayabilirler ama, onun birincil odak noktası olmamalıdırlar. Savaşların, gelişmelerinin ve sonuçlarının bir kavranılışı, köklü yollarla, askeri tesislerin bir kavranılışına bağlıdır. Her durumda, savaş-ve-toplum konusu genel tarihçinin olduğu kadar askeri tarih üzerine uzmanlaşmış meslektaşının da sorumluluğu altındadır. Bilim tarihine koşutluk çok yakındır.

larıdır. Sanatçılar ister öykünsünler, ister başkaldırsınlar, hep geçmişteki sanata dayanarak kurarlar yapıtlarını. Bilim adamları, filozoflar, yazarlar ve müzisyenler gibi, onlar da hem büyük bir kültür içinde ve hem de kendilerine özgü, nerdeyse-bağımsız bir disiplin içinde yaşarlar ve işlenirler. Aynı çevreler yaratıcı ürünlerine şekil verir, ama tarihçi hemen her zaman yalnız birincisini (yani, çevreyi – ç.n.) gözönüne alır.

Benim çalışma alanım içindekiler dışında, bu genellemeleri değerlendirme yetkim, felsefe tarihiyle sınırlanır. Ama orada, bilim tarihinde olduğu gibi, kesinlikle uygundurlar. Ayrıca, son kertede akla yakın oldukları için, onları geçici olarak kabul ederim. Tek tek yaratıcı disiplinlerin gelişiminde tarihçilerin genelde tarihsel diye gördükleri şeyler, daha büyük bir toplum içine dalışını yansıtan yanlarıdır onun. Bütünüyle tarih değildir diye hepsinin çoğun reddettikleri şeyler de, disipline, kendine özgü bir tarih kazandıran o içsel özelliklerdir.

Bu redde yol açan algı olayı, bana köklü bir biçimde tarihdışı imiş gibi görünüyor. Tarihçi onu başka çalışma alanlarında uygulayamaz. Peki ama burada niçin böyle yapabiliyor? Sözgelimi, tarihçilerin, coğrafi ve dilsel alt-bölümleri nasıl işlediklerine bakalım. Bunların pek azı, sadece, dünya tarihinin devasa tuvalinde işlenebilen sorunların varlığını yadsıyacaktır. Ama, bu yüzden, Avrupa ya da Amerika'nın incelenmesinin de tarihsel olduğunu yadsımaya kalkışmayacaklardır. Öte yandan, çevredeki grupların etkisiyle belirlenmiş olan, konuların değişik görünüşlerine yaratıcıları uyanık kalmak koşuluyla ulusal ya da giderek eyalet tarihleri için yasal bir yol bulan ikinci aşamaya da karşı çıkmayacaklardır. Sözgelimi, İngiltere ve Avrupa tarihçileri arasında, kaçınılmaz olarak, iletişim sorunları doğduğunda, bu sorunlar, tarih yazımcılığında at gözlükleri gibi ve olası yanılgı kaynakları gibi üzüntüyle karşılanırlar. Kimi zaman oluşturulan duygular, bilim ya da sanat tarihçilerinin her zaman karşılaştığı duygulara benzer; ama, hiç kimse, Fransız tarihinin, tanımı gereği, İngiliz tarihinin taşımadığı bir anlamda tarihsel olduğunu, *yüksek sesle* söyleyemez. Ancak, çözümsel birimler, coğrafi bakımından belirlenmiş alt-dizgeler; iç bağlantısı, özel bir disiplin içinde eğitilmekten ve onun özel değerlerine bağlılıktan türeyen

–ulusal bir topluluğunkinden daha az (ya da daha çok) zorunlu olarak– gerçek-olmayan gruplara çevrildiğinde, yanıt çoğunlukla böyle olur. Eğer tarihçiler, Clio'nun ördüğü dikişlerin bulunduğunu kabul edebilseydiler, hiçbir yırtığın olmadığını daha da kolayca teslim ederlerdi.

Disiplin tarihlerine direnme, tarih bölümünde çalışan tarihçilerin hatası değildir sadece elbet. Paul Kristeller ve Erwin Panofsky gibi birkaç önemli aykırı durumla birlikte, bir disiplinin gelişimini bu disipline akraba olan bölümün içinden inceleyen insanlar, inceledikleri alanın iç mantığı üzerinde dururlar en çok aşırı derecede ve böylece, daha büyük kültürlerde hem sonuçları ve hem de nedenleri gözden kaçırırlar. Bir öğrencinin bir vesile ile, Arnold Sommerfeld'in atom üzerine çalışmasının Birinci Dünya Savaşı'nın tam ortasında bulgulandığını bana anımsattığı günü derin bir mahcubiyetle anımsarım hâlâ. Kurumsal ayrılıklar, yarattıkları engelin her iki yanındaki tarihsel duyarlıkları köreltiyor. Güçlüğün kaynağı yalnız ayrılık değildir. İncelediği disiplinden sorumlu bölümde ders veren insan, hemen hemen her zaman bu disiplinin uygulayıcılarına ya da edebiyat ve sanatlar söz konusu olduğunda eleştirmenlere seslenir. Çalışmasının tarihsel boyutları, genellikle yürürlükteki disiplinin öğretilmesi ve yetkinleştirilmesi işlerine bağlıdır. Felsefe tarihi, felsefe bölümlerinde öğretildiği biçimiyle, sözgelimi çoğun tarihsel'in bir karikatürüdür. Geçmişle ilgili bir yapıtı okurken filozof her zaman, güncel sorunlar üstüne yazarın görüşlerini araştırır; o günkü avadanlık yardımıyla onları eleştirir ve, tutarlığını çağcıl öğretiyle artırmak üzere, elindeki metni yorumlar. Bu süreç içinde tarihsel özgün metin, çoğunlukla yiter gider. Sözgelimi, Marx'ta bir pasajı soruşturan bir öğrenciye, benden önceki felsefeci meslektaşımın verdiği yanıtı aktarmışlardı bana: "Evet," diyordu, "sözcükler sizin söylediğinizi der gibidir. Ama Marx'ın demek istediği bu olamaz, çünkü düpedüz yanlıştır o." Öğrencinin kullandığı sözcükleri Marx'ın da kullanmak üzere seçmiş olabileceğinin sebebi, üzerinde durulmaya değer bir problem gibi görülmüyor.

Tarihi, akraba bir disiplinin hizmetine koşarak güçlendirilmiş birçok Whig'çilik örneklerinin çoğu daha da karışıktır; ama,

daha az tarihdışı nitelikler değildir. Bu örneklerin verdikleri zarar, sanırım, tarihçinin disiplin tarihini reddetmesiyle yapılmış olandan daha büyük değildir; ama, onun kadar büyük olduğu da kesindir. Daha önce de dikkati çekmiştim, bilim tarihi, üniversitedeki bilim dallarında öğretildiğinde, aynı tarihdışı belirtileri sergiliyordu. Son yollarda onu tarih bölümlerine giderek daha çok aktaran kuvvetler, ait olduğu yere getirmişlerdir. Düğün için bir çifte (tüfek) gerekli oldu ise de ve bundan zoraki evliliklerin karakteristik gerginlikleri doğmuş olsa da, gelecek çocuklar yaşayabilirler yine de. Bilimsel disiplin tarihinin öbür dallarında çalışanlarla benzeri zoraki ortaklığın aynı derecede yararlı olabileceğinden kuşku duyamıyorum. Belki, benim ilk tarih bölümü başkanım, merhum George Guttridge'in bir zamanlar belirtmiş olduğu gibi, tarihin, Amerikan üniversitelerinin bölümler biçiminde örgütlenmesine nasıl kötü bir tarzda uyduğunu çok geçmeden göreceğiz. Bölümler-üstü bir kurumsal düzenleme çok gereklidir; belki, uğraşları, bölüm yakınlıkları gözönünde tutulmaksızın, evrim içindeki geçmiş ile ilgili olan kimselerin hepsini bir araya toplayacak, tarihsel incelemeler yapan bir fakülteye ya da okula büyük gereksinim vardır.

Tarih ile bilim tarihi arasındaki bağıntıların cins bakımından değil, yeğinlik bakımından sadece, öteki bilimsel disiplinlerdeki gelişimin incelenmesi ile tarih arasındaki bağıntılardan ayrımlaştığı düşüncesi üzerinde durmak istiyordum. Burada koşutluklar açıkça ortada görünmektedir sanırım ve benim tartışılmasını istediğim sorunun kavranılışı doğrultusunda da epey bir yol kazandırmaktadır bize. Ne ki bunlar tam değildir ve her şeyi de açıklayamazlar. Demiştim ki, edebiyatı, sanatı ve felsefeyi işlerken tarihçiler kaynakları okurlar; ama, bilimlerde böyle yapamazlar. Bilimdeki temel evreler üstüne bile tarihçilerin bilisizliğinin, değindikleri öteki disiplinlerde de hiçbir koşutu yoktur. Öteki bölümlerde verildiğinde de edebiyat tarihi ve sanat(lar) üstüne kurlar, bilim tarihi üstüne kurlardan daha büyük olasılıkla tarihçileri kendilerine çekerler. Hepsinin ötesinde, bir bilimi tartışırken tarihçinin bir tek döneme sadece dikkat etmesi, başka disiplinlerde hiç de görülmüş şey değildir. Her nasılsa sanat, edebiyat, ya da felsefeyi ele alan o tarihçiler, ondo-

kuzuncu yüzyılı işlerken de Yeniden-Doğuş'u işlerkenki gibi davranacaklardır herhalde. Öte yandan, bilim, yalnız 1540 ile 1700 arasında tartışılacak bir konudur. Yöntemin bulgulanması üstüne tarihçinin belirgin vurgulamasının bir sebebi, bu dönemden sonra bilimlerle uğraşma gereksiniminden onu kurtarmasıdır sanırım onun. Ellerindeki yöntemle birlikte, bilimler tarihsel olmaktan çıkar; bu da, tarihçinin öbür disiplinlere bakış tarzında koşutu olmayan bir algılama yoludur.

Bu olayları ve aşağıda gösterilecek daha başka kişisel deneyleri düşününce, şu sonuca varıyorum kendimi alamayarak: Tarihçileri bilim tarihindeki meslektaşlarından ayıran şeyin bir bölümü, kişilik yanında F. R. Leavis'i C. P. Snow'dan ayıran şeydir. Bu şeyin yanlış adlandırıldığına inananlara sıcak bakmakla birlikte, iki-kültür sorunu, bizim üzerinde durduğumuz güçlüklerin olası bir başka kaynağıdır.

Benim bu kestirimimin dayanağı büyük ölçüde izlenimsel olsa da, büsbütün öyle sayılmaz yine de. Bir İngiliz ruhbilimcisinden yapılan aşağıdaki alıntı üzerinde duralım; orta öğretim öğrencileri üzerinde yapmış olduğu testler ona belli bir kesinlikle, bu öğrencilerin gelecekteki uzmanlıklarını kestirebilme olanağını veriyordu; ama uzmanlaşmadan sonra başarılı olacaklar ile olamayacaklar arasında (onun kattığı, I.Q.* testleri gibi) hiçbir ayrılık gözetmese de:

"Bir tip olarak tarihçinin ya da modern dilbilimcinin, göreceli konuşuldukta, daha çok, düşük bir I.Q.'su ve sözsel bir zekâ yeteneği olduğu söylenebilirdi. Çünkü zekâ testinde değişik durumlar gösteriyordu, kimi zaman çok dikkatliydi, kimi zaman da baştan savmacı ilgileri ise, pratik olmaktan çok, kültürel olana yönelikti. Buna karşılık genç bir fizik bilim adamının çoğun yüksek bir I.Q.'su bulunuyordu ve sözsel bir yeteneğe eğilimli olmuyordu; genelde tutarlı bir biçimde doğrucuydu; ilgileri genelde teknik, mekanik, evdışı yaşama dönüktü. Doğal olarak, el becerileri yetkin değildi: Sanat uzmanlarının bir azınlığı da bilim adamlarıyla aynı puanı alıyorlardı ve bunun tersi de olu-

* I.Q. (Intellegence quotient): Zekâ yeteneği ölçüsü, ortalama 100'dür (ç.n.).

yordu. Ama, genellikle, öndeyiler şaşırtıcı bir biçimde iyi çıkıyordu ve uç noktalarda da şaşmazlaşıyordu."[17]

Aynı kaynaktan gelen başka bir kanıtla birlikte, bu pasaj da göstermektedir ki, tarihçiler ile bilim adamları, birbiriyle kutuplaşan kişilik tipleridirler.[18] Kimi çalışmalar, tarihçileri seçip ayıracak denli yeterince ayrıntılı olmasa da bir grup olarak bilim adamlarının, öteki alanlardaki akademik meslektaşlarından daha aşağı bir sosyoekonomik katmandan geldiklerini göstermektedir.[19] Hem okul günlerinde hem de çocukluk döneminden kaynaklanan kişisel izlenimlerime dayanarak söylüyorum ki, düşünsel ayrımlar çok erken ortaya çıkmaktadır; özellikle, çoğun on dört yaşına varmadan önce, matematikte apaçık görünmektedirler. Şimdi beceriyi ya da yaratıcılığı değil, hep sevecenliği düşünüyordum en başta. Hem ayrıksı durumlar ve hem de büyük bir ara-alan olmasına karşın, bir tarih tutkusunun, matematiğe ya da laboratuvar bilimine duyulan gelişmiş bir eğilimle pek bağdaşmayacağını sanıyorum; ama bunun tersi de geçerlidir.

Bu kutuplaşmalar, mesleki kararlarda gelişip somut biçimde karşımıza çıktıklarından, savunma ve düşmanlık duygularında anlatımlarını bulmaları hiç de şaşılası bir şey değildir. Bu denemeyi okuyan tarihçilere, tarihsel çalışmalar için bilim adamlarının gösterdikleri çoğun açıkça küçümsemeden söz etmeye gerek duymuyorum. Bunun karşılıklı olduğunu varsaymadıkça, tarihçilerin bilimlere karşı yukarda betimlenmiş olan tavrını da

---

[17] Liam Hudson, *Contrary Imaginations: A Psychological Study of the English Schoolboy* (London: Methuen, 1966), s. 22.

[18] Hudson'ın öncü kitabının birçok büyüleyici yardım sağladığı daha tam bir çözümleme kutuplaşmanın birçok boyutları olduğunu kabul eder. Sözgelimi, çok olasılıkla tarihi hor gören aynı türden bilim adamları, sanatsal anlatımın başka ana biçimlerinde olmasa da genellikle, müziğe çoğun tutkuyla eğilmektedirler. Ne ben ne de Hudson, bir uçta sanatçıdan bilim adamına, öteki uçta spektrumun aynı ucunda tarihçi ve sanatçı olmak üzere sıralanan bir basit spektruma gönderme yapıyoruz.

[19] C.C. Gillispie, "Remarks on Social Selection as a Factor in the Progressivism of Science", *American Scientist* 56 (1968): 349-50, olayın altını çiziyor ve ilgili kitapları veriyor.

açıklayamam. Bilim tarihçileri ayrıksı durumlar oluşturmalıdır, ama onlar da çoğun kuralı doğrulamaktan geri kalmazlar. Bunların çoğu bilimde işe başlar, yalnız mezuniyet düzeyinde onun tarihine dönerler. Çoklukla böyle davrananlar salt tarihe değil de (çünkü onu aynı zamanda yersiz ve ilginç olmayan bir alan gibi düşünürler) yalnız bilim tarihine ilgi duyduklarını vurgularlar. Bunun sonucu, uzmanlık dallarını ve programlarını düzenli tarih dallarından daha çekici bulurlar. Bereket, bir kez oraya vardıklarında da onları değiştirmek genellikle kolay olur.

Bununla birlikte, birçok tarihçi bilime düşmanca bakıyorsa –benim varsaydığım gibi–, edebiyattaki, dildeki ve çoğun tümüyle belirtik olan sanatlardaki meslektaşlarından, sözgelimi, çok daha iyi gizlerler bunu. Ne var ki bu ayrım, en azından hiçbir karşı-kanıt oluşturmaz; çünkü bu beklenebilir. Filozoflar gibi, ama birçok sanat ve edebiyat araştırmacısından farklı olarak, tarihçiler, girişimlerini şöyle ya da böyle bilgisel nitelik imiş gibi ve, dolayısıyla, bilim değilse de bilime akraba imiş gibi görürler. Yan tutmama, nesnellik ve kanıta inanma gibi değerleri paylaşırlar bilim adamlarıyla. Bilgi ağacının yasaklanmış meyvasının tadını onlar da bilir ve, sanatların bilime karşı olan, retoriği sözgelişi, onlar için artık geçerli değildir. Ama düşmanlığı dile getirmenin çok ince yolları da vardır ki, bunların birkaçını yukarda belirtmiş bulunuyorum. Tartışmanın bu bölümü de bundan ötürü çok daha kişisel türden bir kanıtlamayla sona erecektir.

Birincisi, çok değerli bir arkadaş ve meslektaş ile unutulmaz bir karşılaşmadır; adı geçen arkadaş, Princeton'da zaman zaman deneysel bir seminer açıyor ve yönetiyordu. Amacı, ilk yıl mezuniyet öğrencilerini, diyeceğim geleceğin uzmanlarını, bir gün kullanma fırsatı bulabilecekleri yardımcı yöntemler ve yaklaşımlarla tanıştırmaktı. Durum elverdiğinde de yerel ya da konuk olarak bulunan bir uzmandan tartışmayı yönetmesini ve konusunda fikirler vermesini istiyordu. Yıllarca önce, bilim tarihi üstüne bir çift karşılaşmanın ilkinde, bir gruba kılavuzluk etme çağrısı kabul etmiştim. Birçok konuşmadan sonra seçilen okumanın (dersin) konusu, benim eski bir kitabımdı: *The Copernican Revolution*. En iyi seçim bu değildi belki ama, bu se-

çimin de sebepleri vardı ve bunlar hem meslektaşımla konuşmalarımda ve hem de önsözümde açıklanmış bulunuyordu. Bir metin değilse de, kitap, bilim adamı olmayanlar için, bilimle ilgili kurlarında kullanılabilecek şekilde yazılmıştı. Dolayısıyla bizim mezuniyet öğrencilerimize üstesinden gelinmeyecek engeller çıkarmazdı. Daha da önemlisi, kitap yazıldığında, bir çift kapak içinde, devrimin hem teknik-astronomik ve hem de daha geniş düşünsel-tarihsel boyutlarının betimlenmesine girişen tek kitaptı. Bu yüzden o, benim yukarda daha çok soyut bir biçimde irdelemesini yaptığım görüşün somut bir örneğini oluşturuyordu: Düşünsel tarihte bilimin rolü, bilim olmadan anlaşılamaz. Bu görüşü kaç öğrenci kavrayabilmişti, bilemem; ama, meslektaşım anlamamıştı. Ateşli bir tartışmanın orta yerinde şöyle haykırıyordu: "Ama, doğru, teknikle ilgili bölümleri ben atlayıp geçmiştim." Çok meşgul olduğu için, bu atlayıp geçişi de kimseyi şaşırtmamıştı. Ama, istenilmediği halde, bunu ele güne duyurmak istenciyle ne demek istenmektedir?

Daha kısa olan ikinci örneğim kamusal alandandır. Frank Manuel'in *Portrait of Isaac Newton*' u, çok uzun bir sürede, konunun çok parlak ve her yönden tam bir incelenmesidir kuşkusuz. Psikanalitik yaklaşımdan gocunmuş olanlar dışında, kendileriyle bu konuyu tartışmış olduğum Newton uzmanları, gelecek yıllarda da onun kendi yapıtlarını etkileyeceğini bildirmişlerdi bana. Böyle bir kitap yazılmasaydı, bilim tarihi çok daha yoksul olurdu. Ama, günümüz bağlamında o köklü bir sorunu ortaya koyuyor. Bir tarihçinin, büyük bir yaşamöyküsünü hazırlarken, konu yaşamı incelemeye değer bir nesne durumuna getirmiş olan yaratıcı bir yapıtı inceleme yolunda herhangi bir girişimi bilinçle ve bile bile atlayıp geçtiği düşünülebilecek, bilimden başka bir alan var mıdır? Sanatlarda, felsefede, dinde ve kamusal yaşamda büyük bir kişiliğe yönelik benzeri bir sevi emeği düşünemiyorum. Bu koşullar altında, sevinin anlaşılmaz bir coşku olduğundan emin değilim.

Bu örnekler, onların bilime düşmanlık gösterebilecekleri iddiasıyla ortaya konmuştu. Şimdi onları sunduktan sonra bu "düşmanlık" teriminin büsbütün yerinde bir terim olduğundan kuşku duyduğumu saklamayacağım. Ama onlar garip davranış

örnekleridir. Gösterdikleri şey şimdilik karanlıkta kalmak zorunda ise de, tarih ile bilim tarihini birbirinden ayıran esas engeli oluşturabilirler yine de.

Tarihi bilim tarihinden ayıran engeller konusunda, şimdi, bütün bildiklerimden daha çoğunu söyledikten sonra, değişiklik belirtileri üstüne kısa saptamalarla sözü bağlamak istiyorum. Bunlardan biri şudur: Bilim tarihçilerinin çoğalması ve tarih dallarında giderek daha çok yer almaları. Hem sayılar ve hem de yakınlık, başlangıçta bir sürtüşme kaynağı olabilirse de, iletişim kaynaklarının olanaklarını da artırır bunlar. Öte yandan büyüme de ikinci bir yüreklendirici gelişim nedenidir; çünkü, dikkat daha önce az işlenen bilim dallarına değil de, şimdi, Bilimsel Devrim'den daha önceki yakın dönemlere dönüktür giderek. Daha da iyisi, ikinci literatür uzun bir süre daha, onaltıncı ve onyedinci yüzyıllarla sınırlandırılamayacaktır; öte yandan, fizik bilimleriyle de birincil olarak uğraşmayı sürdüremeyecektir. Yaşam bilimleri tarihi üstüne incelemenin günümüzdeki artışı apayrı bir önem taşımaktadır. Yakın zamanlara varıncaya, bu alanlar, kendileriyle çağdaş olan ana fizik dallarından çok daha az teknikleşmişti. Gelişmelerinin köküne inen incelemeler, bilim tarihinin ne ile ilgili olduğunu göstermekten hoşlanacak tarihçi için belki anlaşılır olacaktır herhalde bu yüzden.

Sonra da etkileri bilim tarihinin genç uygulayıcılarının çoğu arasında şimdiden gözlenebilir olan öbür iki gelişmeye bakalım. Frances Yates ile Walter Pagel'in öncülüğünde, onlar şimdi, Hermetizm ile Bilimsel Devrim'in ilk evrelerindeki[20] birbirine bağlı devinimlerde giderek önemi artan roller bulmaktadırlar. Böylece ortaya çıkan özgün ve heyecan verici literatür, belirtik konusunu aşan üç etkiye sahiptir. Birincisi, Hermetizm açıktan açığa mistik usdışı bir hareket olduğu için sırf, üstlenmiş olduğu rollerin tanınması, birçok kimsenin salt akıl ve soğuk gerçeklikle yönetilen, nerdeyse mekanik bir girişim diye karşıladığı şeyden

---

[20] F. A. Yates, "The Hermetic Tradition in Renaissance Science", C. S. Singleton bask. *Art, Science, and History in the Renaissance* (Baltimore: John Hopkins University Press, 1967), ss. 255-74; Walter Pagel, *William Harvey's Biological Ideas* (New York: Karger, 1967).

gına getirmiş tarihçilere, bilimi daha ağızlarına göre kılmakta yardımcı olacaktır. (Bir önceki kuşağın Yeni-Platonculuk için yapmış olduğu gibi, dıştalayıcı dikkat uğruna Hermetizmden ussal öğeler seçip almak düpedüz saçma olurdu.) İkincisi, günümüzde Hermetizm, daha önce birbiriyle yarışan okullarca savunulan ve karşılıklı olarak birbirini dıştalıyormuş gibi görülen bilimsel ilerlemenin iki yanını etkiliyormuş gibi görünmektedir. Bir yandan o, doğal olayların bağlı olduğu nedenler ve kendilikler konusunda, insanın fikirlerini değiştiren nerdeyse-metafizik, düşünsel bir devinim idi; böylece, fikir tarihçisinin olağan teknikleriyle çözümlenebilirdi. Ama, ayrıca bir büyücü kişiliğiyle, bilime yeni amaçlar ve yöntemler buyuran bir devinimdeydi. Sözgelişi, doğal büyü üstüne yazılmış kitaplar göstermektedir ki, bilimin gücü üzerine, zanaatların incelenmesi üzerine, mekaniğin kullanımı ve makinalar üzerine yapılmış olan yeni vurgulama düşünsel iklimi değiştirmiş olan aynı devinimin ürünüdür. Bilim tarihine birbirinden çok farklı bu iki yaklaşım, böylece, tarihçi için herhalde özel bir çekicilik taşıyacak şekilde birleşmiştir. Son olarak, en yeni ve belki de en önemli nokta şudur ki, şimdi Hermetizm artık açık seçik sosyal temeli olan bir sınıf hareketi olarak incelenmeye başlanmıştır.[21] Bu gelişim sürüp giderse eğer, Bilimsel Devrim üstüne inceleme, günümüzde birçok tarihçinin yaratmaya çalıştığı türden, çok boyutlu kültürel bir tarih olacaktır.

Son olarak mezun öğrenciler ile mesleğin genç üyeleri arasında açıkça birincil, hepsinin en yenisi bir devinime dönüyorum. Belki de tarihçilerle giderek artan temaslarından dolayı kısmen, bunlar her gün biraz daha, çoğun dışsal tarih diye betimlenmiş olan şeye dönmektedirler. Giderek artan bir tarzda, düşünsel değil, tersine, sosyoekonomik çevrenin bilim üzerine etkilerini, diyeceğim, eğitim, kurumlaştırma, iletişim örüntülerini değiştirmekteki açık etkileri vurgulamaktadırlar. Çabaları, eski Marksist tarihlere birşeyler borçludur; ama, uğraşları aynı za-

---

21 P. M. Rattansi, "Paracelsus and the Puritan Revolution", *Ambix* 11 (1963): 24-32 ve "The Helmontian-Galenist Controversy in Restoration England", *Ambix* 12 (1964): 1-23.

manda daha geniş, daha derin ve, öncüllerinkinden daha az öğretiseldir. Tarihçiler, sonuç olarak ortaya çıkan çalışmalarla, bilimin eski tarihleriyle olduklarından daha çok kendilerini evdeymiş gibi hissedeceklerinden, değişikliği herhalde iyi karşılayacaklardır. Gerçekten, ondan, daha genel bir ilgisi olan birşeyler öğrenebilirler. Edebiyat ile sanatlar gibi bilim de bir grubun, bilim adamları topluluğunun ürünüdür. Ne var ki, bilimlerde, özellikle gelişimlerinin daha sonraki evrelerinde, disiplin toplulukları öbür alanlardaki ilgili gruplardan hem daha kolay ayrılıp seçilebilirler ve hem de ayrıca nerdeyse daha bağımsız ve kendine yeterlidirler. Bunun sonucu olarak, bilimler apayrı bir vaatkâr alan sağlamaktadırlar; ve burada, aynı zamanda kendi iç gerekleriyle de denetim altında olan bir disiplinin evrimini biçimlendirmekte daha büyük toplumdaki geçerli olan kuvvetlerin rolü daha iyi araştırılabilir.[22] Bu inceleme başarılı olursa eğer, bilimlerden başka alanlar için modeller sağlayabilir.

Bütün bu gelişmeler, tarih ile bilim tarihi arasındaki geleneksel aralıktan tedirgin olan bir kimseyi, elinde olmadan yüreklendirecektir. Olası göründüğü gibi, eğer bunlar sürüp giderse, geçmişte olduğundan daha az derin bir on-yıl geçireceğiz demektir bundan böyle. Ama o da yokolmayacaktır herhalde; çünkü, yukarda betimlemiş olduğum yeni eğilimlerin, bölünmenin temel kaynağı gibi gördüğüm şey üzerinde yalnız dolaylı, parçasal ve uzun erimli etkileri olabilir. Belki bilim tarihi örneği, kendiliğinden tarihçinin, disiplin tarihine direnmesini çökertebilir ama bu geçmişteki direnmenin nedenlerini bilseydim, söylediklerime daha çok güvenebilirdim. Her ne ise, bilim tarihi, kendi başına, iki-kültür sorunu gibi köklü ve yaygın sosyal bir hastalık için bir deva olamaz herhalde. Buna karşılık çok üzgün olduğumda, bazen, bilim tarihinin yine de bu sorunun kurbanı olabileceğinden korkarım. Uzun süredir vahim bir biçimde

---

22 13. dipnotunda değinilen makalenin sonradan bir önceki bölümü bu olanağı kurumsal çerçevede geliştiriyor. T. M. Brown'ın "The College of Physicians and the Acceptance of Iatromechanism in England 1665-1695"i (*Bulletin of the History of Medicine* 44 (1970): 22-30) somut bir örnek verir.

bozulmuş olan bir dengeyi yeniden kurma olarak, dışsal bilim tarihine dönüşe sıcak bakmama karşın, onun yeni popülaritesi katışıksız bir mutluluk olamayacaktır. Şimdilerde serpilip gelişmesinin bir sebebi, şu son zamanların giderek sertleşen bilim-karşıtı iklimidir kuşkusuz. Eğer bu her şeyi dıştalayıcı tek yaklaşım olursa, bilim tarihi bilimi dışta bırakma yoluyla, her disiplinin gelişimini biçimlendiren içsellikleri bilmezlikten gelen bir geleneğin yüksek düzeyde bir değişkesine indirgenebilir. Ama bu da yakınlık göstermek için ödenecek çok yüksek bir bedel olacaktır; gelgelelim, tarihçiler, disiplin tarihi için bir yer bulamadıkları sürece, bundan kaçınmak da güç olacaktır.

II

Tarihötesi İncelemeler

7 Bilimsel Bulgunun Tarihsel Yapısı

Science 136 (1962): 760-64.

Bu makalede amacım, bilimin incelenmesinde sürekli bir tarihyazımı devrimi diye düşündüğüm şeyin küçük bir bölümünü ele alıp aydınlatmaktadır.[1] Bilimsel bulgulamanın yapısı, özel olarak üzerinde durduğum bir konudur; dolayısıyla, konunun olağanüstü garip görünebileceğini belirterek ona en iyi bir yaklaşımda bulunabilirim. Hem bilim adamları ve, çok yakın zamanlara gelinceye dek, hem de tarihçiler, bulgulamaya genel olarak, daha çok bir olay gözüyle bakmışlardır; bu olayın da kimi önkoşulları ve de sonuçları bulunmakla birlikte; yanı sıra, bir içyapısının bulunduğu akla getirilmemişti. Bir şeyi bulgulama, hem uzayda ve hem de zaman içinde bir yeri olan karmaşık bir gelişme gibi görülmekten çok; genelde birleştirici tek bir olay; bir şeyi görmek gibi, bilinebilir bir zaman ve uzay içinde, bir bireyin başına gelen bir kaza gibi görünmüştü.

Bulgulamanın özyapısı ile ilgili bu görüşün, bilimsel topluluğun yapısında derinlere inen kökleri olmalı herhalde. Geçmişe dönük bilim adamlarının çalışma alanlarını kendisinden öğrenmiş oldukları ders kitaplarında yinelenen tarihsel pek az öğeden biri, özel doğal görüngüleri kendilerini ilk bulgulayan tarihsel kişiliklere bağlamaktır. Bunun ve onların eğitimlerinin

---

[1] Şikago Üniversitesi tarafından sonbaharda yayınlanacak *The Structure of Scientific Revolutions* adlı kitabımda, büyük devrim tartışılacaktır. Bu bildiridekı anafikir, bu kaynaktan alınmış bulunmaktadır, özellikle de altıncı bölümden, "Anomaly and the Emergence of Scientific Discoveries" (2. baskı, 1970).

daha başka yönlerinin bir sonucu olarak, bilim adamlarının çoğu için bulgulama önemli bir amaç oluyordu. Bir bulgulama yapmak, bilim mesleğinin sağlamış olduğu bir mülkiyet hakkına en yakın yaklaştırımlardan birini başarmak demeğe geliyordu. Mesleki itibar da çoğun bu kazanımlarla sıkı sıkıya bağlı bulunuyordu.[2] Bu durumda, bulgulamada öncellik ve bağımsızlık üstüne yapılan ateşli tartışmaların bilimsel iletişimin normalde sakin olan biçemine çoğunlukla zarar verdiğinin düşünülmesi, küçük bir sürpriz. Birçok bilim tarihçisinin bireysel bulgulamayı bilimsel ilerlemenin ölçümünde uygun bir birim olarak görmesi ve, hangi kişinin, hangi bulgulamayı, zamanın hangi anında yaptığını belirlemek için, bir hayli zaman ve emek harcaması daha da küçük bir sürprizdir elbet. Bulgulama üstüne çalışmanın bize gösterecek bir sürprizi varsa eğer, uğruna harcanan bunca büyük enerji ve kafa gücüne karşın, belli bir bulgulamanın "yapılmış olduğu" zamanı ve yeri gerçekten sağınlıkla belirtmekte, ne kalem tartışmasının ve ne de kılı kırk yaran bilginin bir kâr getirmediğini artık ortaya koymuş olmasıdır.

Hem kanıt getirmedeki ve hem de araştırmadaki bu başarısızlık, benim burada ileri sürmekte olduğum savı dile getirir. Birçok bilimsel bulgulama, özellikle de en ilginç ve en önemli olanları, "nerede?" ve, daha özel olarak "ne zaman?" sorularının yerinde olarak sorulabildiği türden bir olay değildir. Akla gelebilecek bütün veriler el altında bulunsa bile, bu soruların, hiç şaşmaksızın, her zaman yanıtları bulunmayacaktır. Ne var ki, hep bunları soruşturmak istememiz dahi, bulgulama görüntümüzde (imgemizde) köklü bir tutarsızlığın belirtisinden başka bir şeyi göstermez. Burada benim ilgimi çeken de işte bu tutarsızlıktır; ama, ben ilkin büyük bir köklü bulgular sınıfının zamanını ve yerini saptama girişimiyle ortaya çıkmış olan tarih sorununu ele alarak, bu konuya yaklaşmak istiyorum.

---

[2] Bu konuların parlak bir tartışması için bak. R. K. Merton, "Priorities in Scientific Discovery: A Chapter in the Sociology of Science", *American Sociological Review* 22 (1957): 635. Bu makale hazırlanıncaya değin yayınlanmamış olsa da, çok ilgili olarak, F. Reif'in "The Competitive World of the Pure Scientist"ı, Science 134 (1961): 1957.

Bu cansıkıcı sınıf, önceden kabul edilmiş bir kuramdan çıkarılıp kestirilemeyen ve, dolayısıyla, bütün bir mesleği şaşkınlıkla karşı karşıya getiren –oksijen, elektrik akımı, X ışınları ve elektronu kapsayan– bulgulamalardan oluşmaktadır. Bu tür bulgulama, benim en önde gelen işim olacaktır kısacası; ama, ilkin, daha başka türden ve aynı sorunlardan pek azını ortaya çıkaran birinin de bulunduğunu belirtmemize yardımcı olacaktır. Nötrino, radyo dalgaları ve periyodik tabloda boş yerleri doldurmuş olan elementler, bu ikinci bulgulama sınıfını oluşturmaktadır. Bütün bu nesnelerin varlığı, bulgulanmalarından çok daha önce kurama dayanılarak önceden kestirilebilmişti ve bulgulamaları yapmış olan kimseler de dolayısıyla daha işin başında ne aramakta olduklarını biliyorlardı. Bu ön-bilgi, onların çalışmalarını ne daha az gerekli, ne de daha az ilginç kılıyordu; ama, amaçlarına ne zaman erişmiş olduklarını bildiren ölçütler sağlıyordu.[3] Bunun sonucu olarak, bu ikinci türden bulgulamalarla ilgili çok az tartışma oluyordu ve sadece veri kıtlığı tarihçiyi onlara özel bir zaman ve yer ayırmaktan alıkoyuyordu. Birinci sınıftan cansıkıcı bulgulamalara döndüğümüzde karşılaştığımız güçlükleri ortaya çıkarmakta bu olgular yardımcı oluyordu. Burada, bizi en çok ilgilendiren durumlarda, bulgulama çalışmasının ne zaman yapılmış olduğunu bilim adamına da tarihçiye de bildirecek hiçbir nirengi noktasının olmayışıdır.

Bu temel sorunun ve sonuçlarının bir örneklenmesi olarak ilkin oksijenin bulgulanmasını ele alacağım. Çoğun, örnek, bir dikkat ve yetenekle dönülüp dönülüp üzerinde çalışılmış olduğu

---

[3] Benim sınıflarımdan birine ya da ötekine bir önceki kadar net bir biçimde düşmez bütün bulgulamalar. Sözgelimi, Anderson'in pozitronla ilgili çalışması, yeni parçacığın varlığının çoktan hemen hemen öndeyilenebilinmiş olduğu Dirac'ın elektron kuramının hiç bilinmediği bir zamanda yapılmıştı. Öte yandan, bunun hemen arkasından gelen Blackett ile Occhialini'nin çalışması Dirac'ın kuramını tam olarak kullandı ve dolayısıyla deneyi daha tam olarak işledi, ve Anderson'ın yapabilmiş olduğundan daha güçlü bir pozitron varlığı durumu kurmuştu. Bu konuda bak. N. R. Hanson, "Discovering the Positron", *British Journal for the Philosophy of Science* 13 (1961): 194; 12 (1962): 299. Hanson burada geliştirilen konuların birçoğunu önerir. Bu gereçlerin yeniden bir basımı yapıldığı için Prof. Hanson'a çok borçluyum.

için, bu bulgulamanın herhangi bir salt olgusal sürpriz göstermesi olası değildir. Dolayısıyla, ilke sorunlarını açıklığa kavuşturmaya özellikle elverişlidir.[4] En azından üç bilim adamı –Carl Scheele, Joseph Priestley ve Antoine Lavoisier– bu bulgulamada bir hak iddiasında bulunabilir; ayrıca kalem tartışmasına girenler de kimi zaman Pierre Bayen'e[5] de bu hakkın tanınmasını istemektedirler. Priestley ile Lavoisier'nin bu konu üzerindeki araştırmalarından önce, hemen nerdeyse kesin olarak tamamlanmış olmasına karşın, Scheele'nin yapıtı, onların yapıtları iyice tanınıncaya değin[6] kamuoyuna açıklanmış değildi. Dolayısıyla, onun herhangi bir nedensel etkisi olduğu söylenemez ve dolayısıyla onu atlayıp geçmek yoluyla ben de öykümü sadeleş-

---

[4] "The Caloric Theory of Adiabatic Compression", *Isis* 49 (1958): 132'de aynı bakış açısından daha az bildik bir örnek açımladım. Yeni bir kuramın günyüzüne çıkışının çok yakın benzer bir çözümlenmesi *Critical Problems in the History of Science,* M. Clagett baskısında (Madison: University of Winconsin Press, 1959), ss. 321-56 (ss. 66-104 ve ötesi) "Energy Conservation as an Example of Simultaneous Discovery" adındaki denemenin ilk sayfalarında yer almaktadır. Bu bildirilere yapılan gönderme aşağıdaki tartışmaya derinlik ve ayrıntı kazandırabilir.

[5] Oksijenin bulgulanmasının daha da klâsik bir tartışması, A. N. Meldrum'un *The Eighteenth Century Revolution in Science: The First Phase* (Calcutta. 1930), böl. 5'de bulunmaktadır. Daha uygun ve genel olarak çok güvenilir bir tartışma da J. B. Conant'ın *The Overthrow of the Phlogiston Theory: The Chemical Revolution of 1775-1789,* Harvard Case History in Experimental Science, case 2 (Cambridge: Harvard University Press, 1950)'de yayınlanan yapıtında vardır. Öncellik çekişmesinin gelişimi üstüne bir açıklamayı içeren, yakın zamanlarda çıkan ve gerekli bir eleştiri de M. Daumas'nın *Lavoisier, théoricien et expérimentateur'* ünün (Paris, 1955), 2. ve 3. bölümleridir. H. Guerlac, "Joseph Priestley's First Papers on Gases and Their Reception in France" (*Journal of the History of Medicine* 12 [1957]: 1) adlı yapıtında ve yakınlarda çıkan, *Lavoisier: The Crucial Year* monografisinde (Ithaca: Cornell University Press, 1961), Priestley ile Lavoisier arasındaki ilk ilişkiler üzerine bildiklerimize çok anlamlı ayrıntılar eklemiştir. Scheele için bak. J. R. Partington, *A Short History of Chemistry,* 2. bas. (London, 1955), ss. 104-9.

[6] Scheele'nin çalışmasını tarihlendirebilmek için bak. A. E. Nordenskjöld, *Carl Wilhelm Scheele, Nachgelassene Briefe und Aufzeichungen* (Stockholm, 1892).

tirmeye çalışacağım.[7] Ama buna karşılık, oksijenin bulgulanmasına giden yolu Bayen'in yapıtıyla açacağım. 1774 Mart'ından önce o, kırmızı cıva çökeltisinin (HgO) ısıtılınca gaz çıkardığını bulmuştu. Bu hava-biçimindeki ürünü Bayen sabit hava (CO_2) diye belirledi, Joseph Black'in[8] daha önceki çalışması dolayısıyla birçok hava basıncı kimyacısının tanımış olduğu bir maddeydi bu.

1774 Ağustos'unun başında Bayen'in yapıtı yayınlandıktan birkaç ay sonra, Joseph Priestley, olasılıkla ondan bağımsız olarak deneyi yinelemişti. Yalnız Priestley çıkan gazın yanmayı beslediğini gözlemlemişti ve bu yüzden yapmış olduğu tanılamayı değiştirmişti. Ona göre kırmızı çökeltiyi ısıtarak elde edilen gaz azotlu hava (N_2O), yani iki yıldan fazla bir süre önce kendisinin bulmuş olduğu bir maddeydi.[9] Aynı ayın sonlarına doğru Priestley Paris'e bir gezi yapmıştı ve orada Lavoisier'ye yeni reaksiyon üstüne bilgi vermişti. Lavoisier, hem 1774'ün Kasım aymda ve hem de 1775'in Şubat ayında deneyi bir kez daha yineledi. Ama, Priestley'inkinden bir bakıma daha gelişkin testler kullanmış olduğu için, Lavoisier bu tanıyı bir kez daha değiştirdi. Ona göre, 1775 Mayıs'ındaki gibi, kırmızı çökeltinin çıkardığı gaz ne sabit hava, ne de azotlu hava idi, tersine, "hiçbir değişikliğe uğramamış 'atmosferik' hava idi bütünüyle... o kerte ki

---

[7] U. Bocklund ("A lost letter from Scheele to Lavoisier", *Lychnos*, 1955-58, ss. 39-62), 30 Eylül 1774 tarihli bir mektupla Scheele'nin kendi oksijen bulgulamasını Lavoisier'ye iletmiş olduğunu öne sürüyor. Mektup önemlidir kuşkusuz ve yazılmış olduğu zamanda Scheele'nin hem Priestley'in ve hem de Lavoisier'nin önünde olduğunu açık seçik ortaya koymaktadır. Ama mektup Bocklund'un sandığı kadar çok saf değildir sanırım; dolayısıyla ben Lavoisier'nin ondan oksijenin bulgulanmasını nasıl çıkardığını anlayamıyorum. Scheele yeni bir gaz değil, adi havanın nasıl yeniden oluşturulacağını betimliyor, ve, ilerde de göreceğimiz gibi, aşağı yukarı aynı zamanda Lavoisier'nin Priestley'den aldığı aynı bilgidir bu nerdeyse. Her ne olursa olsun Scheele'nin önermiş olduğu bir tür deneyi Lavoisier'nin gerçekleştirmiş olduğunu gösteren hiçbir kanıt yoktur.

[8] P. Bayen, "Essai d'expériences chimiques, faites sur quelques précipités de mercure, dans la vue de découvrir leur nature, Seconde partie", *Observations sur la Physique* 3 (1774): 280-95, özellikle ss. 289-91.

[9] J. B. Conant, *The Overthrow of Phlogiston Theory*, ss. 34-40.

hem de... daha da saf olarak çıkıyordu."[10] Bu arada Priestley de yine tezgâhı başına geçmişti ve 1775 Mart'ının başına varmadan gazın "adi hava" olduğu sonucuna varmıştı. Bu noktaya değin, kırmızı cıva çökeltisinden bir gaz üretmiş olan kimselerin tümü, onu daha önceden bilinen bir türle özdeşleştiriyorlardı.[11]

Bu bulgulama öyküsünün gerisi kısaca şöyle anlatılır: 1775 Mart'ı içinde Priestley gazın birçok bakımdan "adi hava"dan çok daha iyi olduğunu anlamıştı ve bundan ötürü gazı bir kez daha tanılamıştı; bu kez ona "flojistondan arınmış hava"; yani, normal flojiston tamamlayıcısı olmayan atmosfer havası adını vermişti. Varmış olduğu sonucu Priestley *Philosophical Transactions* adlı kitabında yayınlamıştı ve, anlaşılan, bulgulamış olduğu sonuçları yeniden incelemeye Lavoisier'yi sürükleyen de bu olmuştu herhalde.[12] 1776 Şubatı boyunca araştırma yeniden sürdürüldü ve bir yıl içinde Lavoisier'yi, hem kendisinin ve hem Priestley'in önceleri homojen olarak düşündükleri gazın, gerçekte atmosfer havasından ayrılabilen bir bileşen olduğu sonucuna sürüklemişti. Bu noktaya varıldığında, gaz kesinlikle ayrı bir tür olarak tanındıkta, biz de şu sonucu çıkarabiliriz: Oksijenin bulgulanması artık tamamlanmıştır.

Ama biz yine başlangıçtaki sorumuza dönelim: Oksijenin bulgulanmış olduğunu ne zaman söyleyebiliriz ve bu soruyu yanıtlarken hangi ölçütleri kullanmamız gerekir? Oksijenin bulgulanması, insanın elinde katışıksız bir nümune tutması demekse, o zaman, atmosfer havasını her nasılsa şişeleyen bir ilk kişi de, daha Antik Çağ'da, bu gazı bulgulamış demektir. Kuşkusuz, deneysel bir ölçüt için, en azından 1774 Ağustos'unda Priestley'ce

---

[10] *Agy*, s. 23. Tam metnin yararlı bir çevirisi Conant'da vardır.

[11] Sadelik olsun diye ben hep *kırmızı çökelti* terimini kullanıyorum. Gerçekte Bayen çökeltiyi kullanıyordu; Priestley hem çökeltiyi ve hem de cıvanın doğrudan yanmasıyla oluşan oksit'i kullanıyordu; Lavoisier ise yalnız sonuncusunu kullanıyordu. Ayrım önemsiz sayılamaz, çünkü, iki maddenin özdeş oldukları kimyacılar için kuşkusuz bir biçimde açık değildir.

[12] Bu konuda Lavoisier'nin düşünüşünü Priestley'in etkilemiş olduğu ile ilgili bir kuşku doğmuştur; ama Lavoisier 1776 Şubatında gazla deney yapmaya yeniden döndüğünde, not defterine "M. Priestley'in filojistonsuz havası"nı elde etmiş olduğunu yazmıştır (M. Daumas, *Lavoisier*, s. 36).

elde edilen gibi, bir oranda katışıksız bir nümune istememiz gerekir. Ama, Priestley 1774 yılı boyunca, bir oranda bilinen bir türü üretmede yeni bir yol dışında, herhangi bir şeyi bulguladığının farkında bile değildi. Bütün o yıl boyunca "bulgusu", daha önce Bayen'in yapmış olduğundan hiç de farklı bir şey değildi; aynı gazı kırk yıldan fazla bir zaman önce elde etmiş bulunan saygıdeğer Stephan Hales'inkinden de yine hiçbir farkı yoktu.[13] Açıktır ki, bir şey bulgulayabilmek için insan ayrıca bulgusunun da bilincinde olmalı ve yanısıra kişi neyi bulgulamış olduğunu da bilmelidir.

Ama, gerçek bu olunca, insan ne kerte bilebilir? Priestley, gazı azotlu hava gibi tanıladığında, bu bilgiye yeterince yaklaşmış mıydı? Yaklaşmadıysa, o ya da Lavoisier tanılamayı adi havaya dönüştürdüğünde, bu bilgiye gerçekten daha yakınlaşmış mıydı? Sonra, Priestley'in daha ilerki, 1775 Mart'ında yapmış olduğu tanılama üstüne de ne diyebilirdik? Flojistondan arınmış hava oksijen değildir hâlâ, ve hatta, flojistonu benimseyen bir kimyacı için, hiç beklenmedik türde bir gaz değildir. Daha çok, özellikle, katışıksız atmosfer havasıdır. Öyleyse, Lavoisier'nin 1776 ve 1777'deki yapıtını, diyeceğim, gazı sadece ortaya çıkarmayı değil, ne olduğunu da anlamaya kendisini iten yapıtını beklememiz gerekecektir bu durumda. Ama, bu karar da yine tartışma götürür; çünkü, 1777'de ve yaşamının sonuna değin, Lavoisier, oksijenin atomik bir "asitlik ilkesi" olduğu ve oksijen *gaz*'ının yalnız bu "ilke" kalorikle, yani ısı maddesiyle birleştiğinde oluşabildiği üzerinde duruyordu.[14] Öyleyse şimdi 1777'de oksijenin henüz bulgulanmadığını mı söyleyeceğiz? Kimileri bu yolu tutabildi. Ama, asitlik ilkesi 1810'a dek kimyadan sürülüp dışarı atılmamıştı ve kalorik de 1860'lara dek sürüp gitmişti. Ancak, oksijen, bu tarihlerin her ikisinden de önce, uzun süre standart bir kimyasal maddeye dönüşmüştü. Dahası, belki anahtar sorun da budur, o, Lavoisier'nin yine yantutucu

---

[13] J. R. Partington, *A Short History of Chemistry*, s. 91.

[14] Kimyasal tepkimelerin üzerine Lavoisier'nin yorumlarındaki geleneksel öğeler için bak. H. Metzger, *La philosophie de la matière chez Lavoisier* (Paris, 1935), ve Daumas, *Lavoisier*, böl. 7.

yeniden-yorumunun kazancı olmadan, yalnız Priestley'in yapıtı temeline dayalı bu statüyü kazanmıştı belki de.

Buradan şu sonucu çıkarıyorum: Oksijenin bulgulanması gibi olayları çözümleyebilmek için, yeni bir sözlüğe ve yeni kavramlara gereksinim vardır. Şu "oksijen bulgulanmıştır" önermesi, kuşkusuz doğrudur; ama, bir şeyi bulgulamanın, ancak ve ancak yeterince bilgimiz olduğunda, bir bireye ve zaman içinde bir ana kesin olarak yüklenebilir, basit tek bir edim olduğunu telkin ettiği için insanı yanlış yola sokabilir. Ama, bulgulama beklenmedik bir şey olduğunda, bu son yükleme her zaman olanaksızdır ve ilki de çoğun öyledir. Sözgelimi, Scheele'yi gözardı ederek, oksijenin 1774'ten önce bulgulanmamış olduğunu güvenle ileri sürebiliriz; belki, 1777'de ya da kısa bir süre sonra bulgulanmış olduğu üzerinde de durabiliriz. Ama bu sınırlar içinde bulgulamayı bir zamana bağlamak ve onu bir kişiye yüklemek yolunda yapılan her girişim, ister istemez keyfi kalacaktır. Dahası, yeni bir görüngü bulgulanmasının zorunlu olarak hem *bu* bir şeyin var olduğunu ve hem de *onun* ne olduğunu tanımamızı gerektiren karmaşık bir süreç olması dolayısıyla da sırf, bu keyfi bir iddia olacaktır. Gözlem ve kavramlaştırma, olgu ve olgunun kuramca özümsenmesi, bilimsel bir yeniliğin bulgulanmasında birbirinden ayrılmayacak biçimde birbirine bağlıdır. Bundan dolayı, bu süreç kaçınılmaz bir yolla zaman içinde yer alır ve çoğun birçok kimseyi gerekli kılar. Yalnız benim ikinci kategoride göstermiş olduğum bulgulamalarda –diyeceğim ne olduğu önceden bilinen bulgulamalarda– *şu* bulgulandı ile *ne* bulgulandı birlikte ve aynı anda olur.

Daha basit ve daha kısa, son iki örnek, oksijenin durumunun nasıl tipik olduğunu ve âdeta daha kesin sonuca götüren yolu açmış olduğunu, aynı zamanda gösterecektir. 1781'in 13 Mart gecesinde, astronom William Herschel şu kaydı günlüğüne geçirmişti: "Boğa burcuna yakın dörttebirde... acayip, ya bulutsu bir yıldız ya da belki bir kuyruklu yıldız var."[15] Bu kayıt yazısının genellikle Uranus gezegeninin bulgulanmasının kaydı olduğu

[15] P. Doig, *A Concise History of Astronomy* (London: Chapman, 1950) ss. 115-116.

söylenmektedir; ama, o hiç de böyle bir kayıt yapmamıştır. 1690 ile Herschel'in 1781'deki gözlemi arasında da aynı nesne görülmüş ve onun bir yıldız olduğunu kabul eden kimselerce en azından yedi kez kaydedilmişti. Herschel, özellikle büyük göründüğü için teleskopunda, gerçekte bir *kuyruklu yıldız* olabileceğini varsaymakla, onlardan ayrılıyordu sadece! 7 ve 19 Mart'ta yapılan iki ek gözlem de, onun gözlemlemiş olduğu nesnenin yıldızlar arasında dolaştığını göstermek yoluyla, bu kuşkuyu pekiştirmişti. Bunun sonucu olarak, bütün Avrupa'daki astronomlara bu bulgulama hakkında bilgi verilmişti ve onların arasında bulunan matematikçiler de yeni kuyruklu yıldızın dolancasını hesaplamaya koyulmuşlardı. Gelgelelim, nice aylardan sonra, gözlemi düzeltme doğrultusunda yapılan bütün girişimler birbiri arkası sıra başarısızlığa uğrayınca, astronom Lexell, Herschel'in gözlemlediği nesnenin bir gezegen olabileceğini ileri sürdü. Bir kuyruklu yıldız dolancasından çok, bir gezegen dolancası kullanarak yeniden yapılan hesaplamalar, gözlemle uyuştuklarını ortaya koyduğunda yalnız, bu öneri de genelde kabul gördü. Şimdi, 1781 yılı içinde, hangi noktada, Uranus gezegenin bulgulanmış olduğunu söylemek istiyoruz? Lexell'den çok Herschel'in yıldızı bulgulayan kişi olduğu üstüne, tam olarak ve kuşkusuzca açık bir fikrimiz var mıdır?

Bu durumda, X ışınlarının bulgulanması öyküsünü; diyeceğim, siperlikli aygıtından çok uzakta bulunan baryum platinocyanide'li bir ekranın, elektrik deşarjı olurken parıldadığını farkettiği için, çok eskiden beri yapmakta olduğu bir katod ışını araştırmasına, Fizikçi Roentgen'in ara verdiği 1895'de, bir gün başlayan öyküyü ele alalım daha kısa bir yolla.[16] Yapılan ek araştırmalar –Roentgen'in çok az laboratuvarından ayrılabildiği alabildiğine telaşlı geçen yedi haftayı gerektirmiştir bunlar–, katod ışını tüpünden çıkıp doğru çizgiler halinde dolaşan parıltının nedenini, ışımanın gölgeler saçtığını, bir mıknatıs etkisiyle yolundan sapmadığını ve daha başka birçok şeyi göstermişti. Bulgusunu bildirmeden önce, Roentgen şuna inanmıştı ki, karşı-

[16] L. W.Taylor, *Physics, the Pioneer Science* (Boston: Houghton Mifflin Co., 1941), s. 790.

laştığı bu etki, katod ışınlarının kendisinden ileri gelmiyordu; tersine, en azından ışıkla bir benzerliği olan yeni bir ışıma (radiation) biçiminden doğuyordu. Bir kez daha sorun karşımıza çıkıyor kendiliğinden: X ışınlarının gerçekten bulgulanmış olduğunu ne zaman söyleyeceğiz? İlk anda kaydedilenlerin hepsinin, bir akkorlaşmış (parıldayan) ekran olduğu zaman değil herhalde. En azından başka bir araştırmacı bu parıltıyı görmüştü ve daha sonra üzülerek, bir şey bulgulamamış olduğunu kabul etmişti. Öte yandan, bulgulama anının, araştırmanın son haftası içinde bir noktaya değin geriye götürülemeyeceği de nerdeyse aynı derecede açıktır. O sıralarda Roentgen, *daha önce* bulgulamış olduğu yeni ışımanın özelliklerini araştırmaktaydı. Böylece, X ışınlarının, Würzburg'ta 8 Kasım/28 Aralık 1895 günleri arasında ortaya çıkmış olduğu saptamasını kabul etmek zorundayız demektir.

Bu örneklerin ortaklaşa sahip oldukları karakteristik çizgiler, öncellenmemiş yeniliklerin bilimsel dikkat konusu olması durumuna geldiği tüm oluntularda ortaklaşadır bence. İşte buna dayanarak, bu gibi ortaklaşa üç belirgin niteliği; diyeceğim, bizim genelde "bulgulamalar" diye adlandırdığımız genişletilmiş oluntuların daha ileri bir incelenmesi için bir çerçeve sağlamakta yardımcı olabilen nitelikleri tartışma yoluyla şu kısa sonuçlara varıyorum.

İlk ağızda bulgulamalarımızın üçünün de –oksijen, Uranüs gezegeni ve X ışınları– bir aykınlığın deneysel ya da gözlemsel bir yolla ortaya konmasıyla; diyeceğim, doğanın beklentiye büsbütün uygun düşmekte başarısızlıkla kendini gösterdiğini bilelim. Ayrıca, aykırılığın çıkarsandığı sürecin aynı zamanda kaçınılmaz ile rastlantısal'ın uzlaşmaz açık karakteristiklerini sergilemekte olduğunu da bilelim. X ışınları konusunda Roentgen'e ilk ipucunu sağlayan aykırı parıltı, aygıtının rastlantıya bağlı bir durumunun sonucuydu açıkça. Ama, 1895 yıllarında, katod ışınları bütün Avrupa'da normal bir araştırma konusuydu; bu araştırma, katod-ışını tüpleri ile duyarlı ekranları ya da filmleri hemen her zaman yanyana koyuyordu; bunun sonucu olarak, Roentgen'in rastlantısı nerdeyse kesin bir yolla, başka bir yerde de olabilirdi; nitekim, olmuştur da. Ne ki, bu saptamalar, Roent-

gen'in durumunu, Herschel ile Priestley'inkilerin çok benzeri imiş gibi göstereceklerdir. Herschel, irileşmiş ve dolayısıyla garipleşmiş yıldızını ilkin Kuzey göklerinde yaptığı uzun araştırma sırasında gözlemlemişti. Herschel'in araçlarının sağlamış olduğu büyütme dışında, bu araştırma, daha önce birçok kez gerçekleştirilmiş olan ve zaman zaman Uranus'un önceki gözlemleriyle sonuçlanmış olan türdendi kesinlikle. Priestley de öte yandan –tam olarak değilse de hemen hemen azotlu hava gibi, ve sonra da yine, tam olarak değilse de hemen hemen adi hava gibi davranış göstermiş olan gazı ortaya çıkardığında– bu türden bir deneyin sonucunda akıldan geçirilmemiş ve yanlış bir şey görmekteydi; bunun da Avrupa'da birçok önceli vardı ve daha önceleri birçok kez yeni gazın üretimine yol açmıştı.

Bu özellikler, bir bulgulama oluntusunun başlangıcı için iki normal gerekliğin bulunduğunu anlatır. Bütün bu deneme boyunca büyük ölçüde kesin gözüyle baktığım birincisi; yöntemlerde bir şeyin aksadığını ve bunun da çeşitli sonuçlar doğurabileceğini tanımakta bireysel olarak gösterilecek yetenek, zekâ ya da dehadır. Herhangi bir ya da her bilim adamı, kaydı olmayan hiçbir yıldızın bu denli büyük olamayacağını, ekranın parıldamaması gerektiğini, azotlu havanın yaşama destek olamayacağını bilecektir. Ama bu gereklik arada bir kesin gözüyle bakılan bir başkasını da önceden varsayar. Onları gözlemleyebilmek için gerekli deha düzeyi ne olursa olsun, hem araçlar ve hem de kavramlar, günyüzüne çıkışlarını olası kılacak kerte gelişmedikçe ve doğan aykırılıkları beklentinin çıkmaması olarak tanıttıracak kerte yeterli olarak gelişmedikçe, bilimsel araştırmanın normal akışından aykırılıklar doğmaz.[17] Beklenmedik bir bulgulamanın, yalnız bir şeyler aksadığı zaman başladığını söylemek; onun sadece, bilim adamları hem araçlarının ve hem de doğanın nasıl davranış göstereceğini bildiklerinde başladığını söylemek demektir. Bir aykırılık görmüş olan Priestley'i, onu görmemiş olan

[17] Bu konu burada irdelenemezse de, aykırılığın günyüzüne çıkışını olası kılan koşullar ile aykırılığı tanınabilir kılanlar, çok büyük ölçüde aynıdırlar. Bu olgu, bilimlerde olağanüstü büyük sayıda eşzamanlı bulguları kavramamızda bize yardımcı olabilir.

Hales'ten ayırt eden şey, her birinin ortaya koyduğu iki oksijeni birbirinden ayıran dört onyıllık süre içinde varlık kazanmış olan pnömatik tekniklerin ve beklentilerin önemli eklemlenmeleridir büyük ölçüde.[18] Hak iddiasında bulunanların sayısı da göstermektedir ki, 1770'den sonra bulgulama artık uzun bir süre ertelenememiştir.

Aykırılığın rolü, bizim üç örneğin paylaşmış olduğu karakteristiklerin ilkidir. Bir ikincisi, daha kısa yoldan ele alınabilir; çünkü, benim metnimin bütününün ana izleğini o oluşturur. Aykırılığın bilinçlenmesi bir bulgulama başlangıcını gösterir, ama yalnız başlangıcını gösterir. Buradan zorunlu olarak şu çıkar: Eğer bir şey, her nasılsa bulunacak ise, o, az ya da çok genişlemiş bir dönem olur ve bu dönemde birey ve, çoğun, grubunun birçok üyesi, aykınlığı yasa gibi kılmaya çalışır. Bu dönem, şaşmaz bir biçimde, ek gözlemleme ya da deney kadar, dönüp yeniden uzun düşünmeleri de ister. Dönem sürüp giderken, bilim adamları beklentilerini, genelde araçsal standartlarını sık sık ve ayrıca da en köklü kuramlarını gözden geçirirler. Bu anlamda, bulgulamaların özel bir iç tarihleri, yanısıra bir tarih-önceleri ve tarih-sonraları olur. Dahası, içsel tarihin daha çok bulanık bir biçimde sınırlanmış aralığı içinde, verileri ne denli tam olsa da bir tarihçinin, bulgulamanın yapılmış olduğu nokta olarak tanılayabileceği bir an ya da gün yoktur. Çoğunlukla, birçok kişi işe karıştığında, bunlardan birini kuşkusuzca bulgulayıcı diye tanımlamanın olanağı yoktur.

Son olarak, bu seçilen ortaklaşa karakteristiklerden üçüncüsüne dönerek, bulgulama dönemi kapanmaya başladığında kısaca neler olduğunu görelim. Bu sorunun tam bir tartışması ek bir kanıt ve ayrı bir bildiri gerektirecektir; çünkü, metnimin bütünü içinde bulgulama işleminin ertesi üstüne söyleyecek çok az şeyim olmuştur. Bununla birlikte, konu tümüyle savsaklanmamalıdır, çünkü o daha önce söylenmiş olanların kısmen bir tamamlayıcısıdır.

Bulgulamalar çoğun, bilimsel bilginin giderek büyüyen yığı-

---

[18] *Pnömatik kimyanın gelişiminin yararlı bir taslağı Partington'da bulunmaktadır; bak, A Short History of Chemistry, böl. 6.*

nına eklemeler ve artışlar gibi betimlenmiştir ve bu betimleme, bulgulama birimini, ilerlemenin önemli bir ölçüsü gibi göstermeye yol açmıştır. Ama bana kalırsa, o, periyodik tabloda boş gözleri dolduran elementler gibi öncellenmiş ve baştan araştırılmış olan ve, dolayısıyla, hiçbir ayarlanma, uyarlanma ve meslekten bir özümseme istemeyen bulgulamalara uygun düşer tam olarak. Bizim burada incelemekte olduğumuz bulgulama türleri, bilimsel bilgiye elbette eklemedir; ama, ayrıca, daha da öte bir şeydir. Şimdi yalnızca kısmen açıklayabildiğim bir anlamda, daha önceden bilinenlere de bir tepki oluştururlar; kimi nesneler üstüne yeni bir bakış açısı sağlayarak ve, aynı zamanda, bilimin kimi geleneksel bölümlerinin uygulanış tarzını değiştirerek. Uzmanlık yetki alanlarına yeni bir görüngünün sık sık düştüğü kimseler, bu görüngünün bulgulanmasını oluşturan aykırılıkla genişlemiş savaşımdan çıkarken hem dünyayı ve hem de yapıtlarını farklı bir biçimde görürler çoğun.

Sözgelimi, gezegen gökcisimlerinin eskiden beri bilinen sayısını bir yenisiyle artırdığında, William Herschel, astronomlara, kendisininkinden daha geleneksel araçlarla bildik gökcisimlerine baktıklarında bile, yeni şeyler görmeyi öğretmişti. Astronomların görüşündeki bu değişiklik, Uranus'un bulgulanmasından yarım yüzyıl sonra, yedi geleneksel cisme, güneş çevresindeki yirmi fazladan gökcisminin eklenmesinin önde gelen bir sebebi olmalıdır.[19] Benzeri bir dönüşüm, Roentgen'in çalışmasının sonrasında daha da açıktır. İlk ağızda, katod ışını araş-

[19] R. Wolf, *Geschichte der Astronomie* (Münih, 1877), ss. 513-15, 683-93. Yıldızcıkların (asteroids) fotoğraf-öncesi bulgulanmaları çoğu zaman Bode yasası buluşunun bir etkisi gibi görülmüştür. Ama bu yasa tam bir açıklama olamaz ve büyük bir rol de oynayamaz. 1801'de Piazzi'nin Ceres yıldızını bulgulaması, Mars ile Jüpiter arasındaki "delik"te gözden kaçırılan bir gezegenle ilgili yürürlükteki spekülasyon bilinmeden yapılmıştı. Buna karşılık, Herschel gibi Piazzi de bir yıldız araştırmasına girişmişti. Daha da önemlisi, Bode yasası 1800'lerde eskimişti (agy., s. 683), ama, bu tarihten önce yalnız bir adam başka bir gezegenin aranmasının zahmete değer olacağını düşünmüş gibi görünmektedir. Kısacası Bode yasası kendi başına sadece daha başka ek gezegenleri aramanın yararını *gösterebilirdi; astronomlara nereye bakacaklarını söyleyemezdi. Ama açıkça konuşmak gerekirse, daha başka ek gezegenleri arama dürtüsü, Herschel'in Uranus üzerinde çalışmasıyla başlar.*

tırmasında yerleşik teknikler değişmek zorunda kalmışlardır; çünkü, bilim adamları, ilgili bir değişkeni denetleyemediklerini anlamışlardı. Bu değişiklikler, hem eski aygıtları yeniden dizaynlamayı ve hem de eski sorunları soruşturma yollarını yeniden gözden geçirmeyi kapsamaktaydı. Buna ek olarak, konuyla çok yakından ilgili bulunan bilim adamları, Uranus'un bulgulanması sonrasındaki az önce belirttiğimiz aynı görüş dönüşümünü yaşamışlardı. X ışınları, yüzyılın başındaki mor-ötesi ve kızıl-altı ışımadan bu yana yeni bir tür ışımaydı. Ama Roentgen'in çalışmasından bir on yıl kadar daha az bir süre içinde, ve yeni bilimsel duyarlık sayesinde (örneğin, karartılmış fotoğraf plakları) ve Roentgen'in çalışmasından ve onun özümsenmesinden kaynaklanan yeni araçsal tekniklerin kimileri sayesinde, dört tane daha ortaya konmuştu.[20]

Bilimsel uygulamanın yerleşik tekniklerindeki bu dönüşümler, bulgulamanın kendisince sağlanmış olan bilgi artışından çok daha önemli olduklarını göstermişlerdir çoğu zaman. Bu durum, en azından Uranus ve X ışınları konusunda ileri sürülebilir; üçüncü örneğim oksijende ise, bu kesin olarak açık. Herschel ile Roentgen'in çalışması gibi Priestley ile Lavoisier'nin çalışması da, bilim adamlarına eski durumlara yeni yöntemlerle bakmayı öğretmişlerdi. Dolayısıyla, daha önce de öncellemiş olduğumuz gibi, oksijen, onların çalışmalarının ertesinde tanılanacak yeni bir kimyasal tür değildi sadece. Tersine, oksijen konusunda, özümsemenin gerektirdiği yeniden-ayarlamalar o denli köklü idiler ki, o dönemden bu yana kimyada devrim diye bilinegelen, kimya kuramı ve pratiğinin o devasa karışıklığı içinde tam ve esaslı bir rol oynamışlardı – kendi başlarına neden olmamış olsalar da. Her öncellenmemiş bulgulamanın, oksijenin bulgulanmasını izleyenler denli kökü derinde ve geniş

---

[20] Bulgulanması 1896 tarihinde olan, α-, β-, γ- ışınımı için bak. Taylor, *Physics*, ss. 800-804. Dördüncü yeni biçim ışıma için, N ışınları için, bak, D. J. S. Price, *Science Since Babylon* (New Haven: Yale University Press, 1961), ss. 84-89. Bu N ışınlarının son çözümlemede bilimsel bir skandalın kaynağı olması, bilimsel toplumun anlıksal durumunun açığa vurulmasından daha az aydınlatıcı kılmaz onları.

etkili sonuçları olmuştur bilim için demiyorum. Buna karşılık, demek istiyorum ki, böylesi her bulgulama, en yakından ilgili kimselerden, daha açık olduklarında bilimsel devrimle yeniden-ayarlama türleri ister. Sırf bu türden yeniden-ayarlamalar istedikleri içindir ki, bulgulama süreci, zaman içinde yapı gösteren ve dolayısıyla yer tutan bir süreçtir zorunlu olarak ve kaçınılmaz olarak, sanırım.

8

Modern Fizik Biliminde Ölçümün İşlevi

Isis 52 (1961): 161-93.

Chicago Üniversitesi'nde Toplumsal Bilimler Araştırma Binasının önyüzünde Lord Kelvin'in şu ünlü sözü yazılmış bulunmaktadır: "Ölçemiyorsanız eğer, bilginiz yetersizdir, doyurucu değildir".[1] Bu söz bir fizikçi tarafından değil de, bir toplumbilimci, bir siyasal bilimci ya da ekonomist tarafından yazılmış olsaydı, olduğu yerde hiç bulunabilir miydi? Ya da aynı şekilde, bilgibilim ve bilimsel yöntem üstüne çağcıl tartışmalarda, çağcıl fizik biliminin prestiji ve araştırmasında ölçümün çok açık bir biçimde önemli bir yer tutmasını vurgulamak söz konusu olmasaydı, "ölçü okuma" ya da "ölçü çubuğu" gibi terimler, çağdaş bilgibilim ve bilimsel yöntem tartışmalarında böyle sık sık karşımıza çıkar mıydı? Bu iki soruya yanıtın olumsuz olacağından kuşkulandığım için, bu konferansta gerçekten çetin bir rol almış olduğumu anlıyorum. Fizik bilimi çoğunlukla sağlam bilgi paradigması olarak görüldüğünden ve de nicel teknikler, başarısı için esaslı bir ipucu sağlıyormuş gibi göründüğünden, geçmiş üç

[1] Adı geçen bina cephesi için bak. *Eleven Twenty-Six: A Decade of Social Science Research*, Louis Wirth baskısı (Chicago, 1940), s. 169. Orada yazılı duygu Kelvin'in yazılarında geçer, ama ben Chicago aktarımına aşağıdakinden daha yakın bir formülasyon bulamadım: "Sayılarla dile getiremediğinizde, bilginiz cılız ve doyumsuz türdendir." Sir William Thomson'a bak., "Electrical Units of Measurement", *Popular Lectures and Addresses*, 3 Cilt (London, 1889-91), 1: 73.

yüzyıl boyunca ölçümün fizik biliminde nasıl işlerlik göstermiş olduğu sorunu, onun doğal ve içkin ilginçliği ötesinde, bir ilgi uyandırıyor. Dolayısıyla, daha işin başındayken geneldeki konumunu belirtmeme izin verilmesini dilerim. Hem bir eski fizikçi ve hem de bir fizik bilimi tarihçisi olarak eminim ki, en azından bir buçuk yüzyıldan bu yana, nicel yöntemlerin benim çalıştığım alanların gelişiminde gerçekten önemli bir yeri olmuştur. Öte yandan yine inanmaktayım ki, hem ölçümün işlevi konusunda ve hem de özel etkililiğinin kaynağı konusunda, en yaygın düşüncelerimiz mitostan türemiştir büyük ölçüde.

Kısmen bu inanç yüzünden ve kısmen de özyaşamöyküsüyle daha ilgili sebeplerden dolayı,[2] bu bildiride, bu konferansa katkıda bulunan daha başka kişilerin çoğununkinden oldukça farklı bir yaklaşım göstermeye çalışacağım. Benim denememem hemen hemen sonuna değin, Orta Çağ'ın kapanışından bu yana fizik biliminde nicel tekniklerin giderek artan yaygınlaşması üstüne bir anlatı içermeyecek. Bunun yerine, bu bildirinin iki temel sorusu –diyeceğim fizik biliminde ölçüm fiilen nasıl bir işlev görmüştür ve özel etkililiğinin kaynağı ne olmuştur? soruları– incelenecektir doğrudan doğruya. Bu amaçla ve yalnız bunun için tarih, gerçekten, "örnekle öğreten felsefe" olacaktır.

Tarihe bir örnekler kaynağı olarak bir işlev vermeden önce, her nasıl olursa olsun, ona herhangi bir işlev yüklemenin anlamını iyice kavramamız gerekiyor. Bu erekle, benim bildirim, bilimsel ölçümün en yaygın imgesi; diyeceğim, akla yakınlığının ve gücünün çoğunu, hesaplama ile ölçmenin köklü bir tarihdışı kaynağına, diyeceğim, bilimin metnine giriş tarzından kazanan bir imge saydığım şeyle ilintili eleştirel bir tartışma ile başlıyor. Daha sonraki bölümle sınırlanan bu tartışma, bilimin bir ders kitabı görüntüsü ya da bilim mitosu bulunduğunu ve dizgeli bir yolla, onun da hep yanlış yola saptırılabileceğini anlatır. Günü-

[2] Geç bir tarihte bu programa eklenen, bu bildirimin ana bölümleri, "The Role of Measurement in the Development of Naturel Science" başlıklı denememden alınmıştır; ilkin, Berkeley, California Üniversitesinde Sosyal Bilimler Kollokyumunda verilen bir konuşmanın çok parlak bir gözden geçirilmesidir bu deneme.

müzde ölçümün işlevi –hem yeni kuramların araştırılmasında ve hem de daha önceden elde bulunanların doğrulanmasında– gazete literatüründe araştırılmalıdır; çünkü o, bitip kabul edilmiş kuramları değil, gelişim süreci içindeki kuramları ortaya koyar. Tartışmanın bu noktasından sonra, tarih zorunlu olarak bizim kılavuzumuz olacaktır ve aşağıdaki iki bölüm de, bu kaynaktan alınan en bildik ölçüm işlevlerinin daha geçerli, sağlam bir görüntüsünü sunacaktır. Daha sonraki bölüm, ölçümün fiziksel araştırmada niçin bu denli olağanüstü etkili olduğunu sormak üzere sonuç olarak çıkan betimlemeyi kullanacaktır. İşte yalnız bundan sonra, sonucun bağlanmış olduğu bölümde, ölçümün geçmişteki üç yüzyıl boyunca giderek artan bir yolla fizik bilimine nasıl egemen olabildiği üstüne, özet bir görüşe girişeceğim.

İşe başlamadan önce bir uyarıda daha bulunmak gerekiyor. Bu konferansa katılanlardan kimileri, ölçüm sözcüğüyle zaman zaman, herhangi bir açık deneyi ya da gözlemi anlatmak ister gibi görünüyorlar. Nitekim Prof. Boring, Descartes'ın, gözyuvarlağının arkasında retina tabakası üzerinde oluşan ters görüntünün varlığını tanıtladığında, ölçüm yapmış olduğunu varsayıyor; herhalde o, Franklin'in Leyden kavanozu üstündeki iki kaplamanın zıt kutupsallığını tanıtlaması üstüne de aynı şeyi söylerdi sanırım. Bunlara benzer deneyler, fizik bilimlerin bildiği en önemli ve temel deneyler arasında yer almaktadır kuşkusuz; ama, ben bunların sonuçlarını birer ölçüm gibi betimlemekte hiçbir erdem görmüyorum. Her ne olursa olsun, bu terimbilimi, bildirimizdeki belki en önemli konu olabilecek bir şeyi daha da karanlıklaştıracaktır. Bundan ötürü ben bir ölçümün (ya da tam olarak nicelleştirilmiş bir kuramın) her zaman gerçek sayılar ortaya koyacağını varsayıyorum. Yukardaki, Descartes'ınki ya da Franklin'inki gibi deneyler, nitel, ya da sayısal-değil diye sınıflandırılabileceklerdir; ama, bundan ötürü daha az önemli oldukları anlatılmak istenmeyecektir asla umarım. Yalnız nitel ile nicel arasında sağlanabilecek şu ayrımla ben, çok büyük sayıdaki nitel çalışmanın, genel olarak, fizik bilimlerinde verimli nicelleştirme için önkoşul olduğunu gösterebileceğimi umuyorum. Ve yalnız bu nokta yerine getirildiğinde, biz de nicel yöntemle-

rin, daha önce kendilerinden büyük bir yardım görmeksizin işleyen bilimlere sokulmasının etkileri konusunda soru sormak durumunda olabileceğiz.

Ders Kitabı Ölçümü

Bizim genelde duyduğumuzdan daha büyük ölçüde, fizik bilimi ve ölçüm imgemiz, bilim metinleriyle koşullanmış bulunmaktadır. Bu etki kısmen doğrudan doğruyadır: Ders kitapları, insanların fizik bilimleriyle ilk elden tanışabilmelerinin biricik kaynağıdır. Ama, onların dolaylı etkisi daha büyük ve daha kapsamlıdır kuşkusuz. Ders kitapları ya da bunların eşdeğerleri, modern fizik bilimi araştırmacılarının gerçekleşmiş başarılarının biricik deposudur. Bilim felsefesi üstüne yazıların çoğu ve, bilim adamı olmayanlar için, bilimle ilgili yorumların çoğu, bu başarıların çözümlenmesine ve yayılmasına bağlıdır. Birçok özyaşamöyküsünün ortaya koymuş olduğu gibi, araştırmacı bilim adamı da, bilimle ilk karşılaşmaları sırasında kazanmış olduğu ders kitabı imgesinden her zaman uzak kalamaz.[3]

Ders kitabı biçimindeki bir sunumun ister istemez yanlış yola niçin sürükleneceğini kısaca göstermeye çalışacağım; ama, ilkin, bu sunumun kendisini inceleyelim. Bu konferansa katılanların çoğu, en azından bir fizik bilimi ders kitabı ile daha önceden karşılaşmış bulunduğu için, aşağıdaki şekildeki üç yanlı şematik özet üzerinde dikkati topluyorum. Bu şekil, sol yukarda bir kuramsal ve "yasamsı" önerme dizisini gösteriyor; $(x)\phi_i(x)$ dizisi, bütünüyle, betimlenmiş olan bilim kuramını oluşturuyor.[4]

---

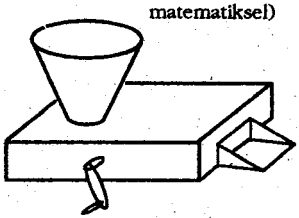
[3] Cilt 2, No. 2 olarak tamamlandığında, *International Encyclopedia of Unified Science*' da yayınlanacak olan *The Structure of Scientific Revolutions* adını taşıyan monografimde daha ayrıntılı incelenmiştir bu olay. Bu ders kitabının daha birçok yanı, bilim görüntüsü, kaynakları ve güçlü yanları da ayrıca aynı yerde incelenmiştir.

[4] Çoğu kuramları oluşturmak için gerekli önermelerin hepsi bu özel mantıksal biçimde değildir elbet; ama bu karmaşıklıkların burada üzerinde durulan noktalarla hiçbir ilgisi yoktur. R. B. Braithwaite, *Scientific Explanation* (Cambridge, 1953), bilimsel kuramların mantıksal yapısı üstüne çok genel olsa da, yararlı da olan bir betimlemeyi içermektedir.

Kuram

$(x)\phi_1(x)$
$(x)\phi_2(x)$
. . . . . .
$(x)\phi_n(x)$

İşlem
(mantıksal ve matematiksel)



Sonuçlar

Kuram	Deney
1.414	1.418
1.732	1.725
2.236	2.237

Şeklin merkezi, kuramın kullanımında işe koşulan mantıksal ve matematiksel donanımı gösteriyor. Sol yukardaki "yasamsı" önermeler, kuramın uygulanmakta olduğu durumu açıklayan kimi "başlangıç koşulları" ile birlikte, mekânın üst kısmındaki büyük kovaya dolduruluyormuş gibi düşünülmeli; sonra manivela kolu döndürülüyor, içerde mantıksal ve matematiksel işlemler yapılıyor; ve makinanın önündeki oluktan, eldeki uygulama için sayısal kestirimler çıkıyor.

Bu kestirimler, şeklin sağ alt yamnda görülen tablonun sol sütununda yer alıyor. Sağdaki sütun, kuramdan üretilen kestirimlerle karşılaştırılabilecek bir biçimde oraya yerleştirilmiş olan, gerçek ölçümlerin sayısal sonuçlarını içeriyor. Fizik, kimya, astronomi ve benzer birçok metin, bu türden birçok veriyi içerir; ama bunlar her zaman böyle liste halinde verilmez. Sözgelişi,

aranızdan kimileri eşdeğer grafik sunumlarını daha yakından bilebilir.

Sağ alttaki tablo özel bir önem taşımaktadır; çünkü, ölçümün sonuçları orada görünür açık bir biçimde. Böyle bir tabloyu ve onun içerdiği sayıların anlamını ne diye alabiliriz? İki yanıtı var bence bu sorunun genelde: Birincisi, dolayımsız ve hemen hemen genelgeçerdir; ikincisi, belki daha önemli, ama, pek seyrek olarak belirtiktir, açıktır.

Tablodaki sonuçların, bir kuram testi gibi işlerlik gösterdiği çok açık görülmektedir. İki sütunda birbirini karşılayan sayılar uyuyorsa, kuram kabule değer sayılıyor; uyuşmazsa, kuram ya değiştirilmek ya da red edilmek durumundadır. Doğrulama olarak ölçüm işlevi de budur; birçok okur için olduğu gibi, bu doğrulamanın da tamamlanıp bitmiş bir bilimsel kuramın ders kitabındaki formülasyonunundan çıktığı görülmektedir burada. Şimdilik şu kadarını belirteyim: Bu türden bir işlev normal bilimsel uygulamada da ayrıca her zaman gösterilebilir ve hedefi yalnız ve yalnızca pedagojik olmayan yazılarda da ortaya konabilir.

Bu noktada yalnız şunu kaydedelim ki, uygulama sorunu üstüne, her nasıl olursa olsun, ders kitapları hiçbir kanıt, açıklık getirmez. Metnin onu açıklamak için yazılmış olduğu kuramı sakatlamaya niyetli ya da buna yönelmiş bir tabloyu, şimdiye dek hiçbir ders kitabı içermedi. Geçerlikteki bilim metinlerinin okurları, bu metinlerin içerdiği kimi tablolar yüzünden değil; yazarının ve bilimsel topluluğun yetkesiyle, orada açıklanmış olan kuramları kabul eder. Tablolar, her nasılsa okunmuş ise eğer, çoğun olduğu gibi, başka bir nedenle de okunurlar.

Bu başka nedeni bir an sonra araştıracağım, ama ilkin ölçümün varsayılan ikinci işlevi, araştırma işlevi üzerinde durmam gerekiyor:

Tablomuzun sağ sütununda böylece toplanmış olanlar gibi sayısal veriler, çoğun varsayıldığı gibi, yeni bilimsel kuramları ya da yasaları anlatmakta yararlı olabiliyor. Kimileri, sayısal verilerin, yeni genellemelerin üretilmesinde, daha başka bir tür verilerden her zaman olasılıkla daha verimli olduğuna kesin gözüyle bakıyor. Chicago Üniversitesi'nin önyüzünde yazılı olan

Kelvin'in özlü sözünü, ölçümün doğrulamadaki işlevinden çok, bu özel verimlilik açıklar bana kalırsa.[5]

Sayıların bu işlevi ile ilgili fikirlerimizin, yukardaki şekilde ana çizgileri verilmiş olan ders kitabı şemasıyla ilintili olduğu hiç de açık değildir elbette; ama, çoğun ölçüm sonuçlarına yüklenen özel etkililiği açıklayabilmek için, başka bir yol da göremiyorum ben. Sanırım burada,"makinayı geriye doğru çalıştırma" gibi bir süreçle yasalara ve kuramlara varılabileceği şeklinde, genelde kabul gören eskimiş bir inancın kalıntısı var karşımızda. Tablonun "Deney" sütunundaki sayısal verilere göre, mantıksal-matematiksel işlem, (şimdilerde herkesin üzerinde durduğu gibi, "sezgi"nin de yardımını görerek) sayıların dayandığı yasaların anlatımına da girişebilir. Uzaktan uzağa buna benzeyen herhangi bir süreç de bulgulamaya karışıyorsa –diyeceğim, yasalar ile kuramlar doğrudan doğruya anlık aracıyla verilerden oluşturuluyorsa–, o zaman sayısal'ın nitel verilere üstünlüğü hemen göze çarpacaktır. Ölçüm sonuçları, yansız ve belgindir; insanı yanlış yola saptıramazlar. Daha da önemlisi, sayılar matematiksel işleme bağlıdırlar; daha başka bir veri biçiminden çok, yarı mekanik ders kitabı şeması gibi görülebilirler.

Ölçümün işlevi üstüne bu iki yaygın betimlemeyle ilintili kuşkuma daha önce değinmiştim. İlerdeki iki bölümde bu işlevlerden her biri olağan bilimsel uygulamayla karşılaştırılabilecektir. Ama ilkin ders kitapları tabloları üstüne araştırmamızı eleştirel bir yolla sürdürmeye yardımcı olacaktır. Bu yoldan giderek, ölçüm konusundaki kalıplarımızın, kendilerinden türemiş gibi göründükleri ders kitabı şemasına tam uygun olmadığını belirttiğimi sanıyorum. Bir ders kitabındaki sayısal tablolar, ne bir araştırma ve ne de bir doğrulama yolunda bir işlev göstermeseler de, yine bir sebeple orada bulunurlar. Bir metin yazarı, bir tablonun "Kuram" ve "Deney" sütunlarındaki sayıların birbirini tuttuğunu söylediği zaman, bununla ne demek istediğini

---

[5] Sözgelimi, Prof. Frank Knight, toplumsal bilim adamları için "Kelvin'in önermesinin pratik anlamının, 'Eğer ölçemiyorsanız, her nasıl olursa olsun ölçün' eğiliminde olduğunu" söyler (*Eleven Twenty-Six*, s. 169).

sorarak bu nedeni belki anlayabiliriz.

Ama en iyi durumda, ölçüt, kullanılan ölçme araçlarının doğruluk sınırları içinde, uyuşma olmasıdır. Kurama dayalı hesaplama, genellikle, ondalık basamakların istenilen bir sayısına götürülebileceğinden, sağın ya da sayısal uyuşma olanaksızdır ilkece. Ama içinde kuram ile deney sonuçlarının karşılaştırıldığı tabloları inceleyen bir kişi, bu çok gösterişsiz türden uyuşmaya oldukça seyrek rastlanıldığını ister istemez kabul edecektir. Bir fizik kuramının uygulanması hemen her zaman bir yaklaştırımı işe karıştırır (gerçekten, yüzey "sürtünmesiz" *değildir,* vakum "tam" *değildir,* atomlar çarpışmalardan "etkilenmemiş" *değildir* ve dolayısıyla kuramın tam belgin sonuçlar vermesi beklenemez). Ya da aracın kurulmasında yaklaştırımlar olabilir (sözgelişi, vakum tüpü karakteristiklerinin "çizgiselliği"); bu da, kadranlarından kuşkusuzca okunabilen son ondalık basamağın önemini kuşkuya düşürebilir. Ya da açıkça anlaşılmayan sebeplerden dolayı, sonuçları tabloya kaydedilmiş olan kuram, sadece tanınabilir ya da ölçümde kullanılan araç sadece kaba değerlendirmeler verebilir. Bu sebeplerden biri ya öteki yüzünden, fizik bilim adamları, tam araçsal sınırlar içinde pek uyuşma bekleyemezler. Gerçekten, her gördüklerinde ona güvensizlik gösterirler çoğun. En azından, bir öğrenci laboratuvar raporunda görülen sıkı uyuşma, genellikle, verilerin kullanımının iddialı kanıtı gibi karşılanır. Hiçbir deneyin beklenilen sayısal sonucu tam olarak vermemesi, kimi zaman, "termodinamiğin beşinci yasası" diye adlandırılır.[6] Kimi başka bilimsel yasalardan farklı olarak bu yasanın ayrıksı durumları tanıması gerçeği, bir kılavuz ilke olarak onun yararlılığını azaltmaz.

Buradan şu sonuç çıkar: Bilim adamlarının sayısal tablolarda aradıkları şey, genel olarak "uyuşma" değildir hiç de; onların çoğun "makul uyuşma" dedikleri şeydir. Dahası, "makul uyuşma"nın bir ölçütünü istersek şimdi eğer, gerçekten, tablolaların kendilerine bakmak zorunda kalırız. Bilimsel uygulama, tu-

---

[6] Termodinamiğin ilk üç yasası ticaretin dışında çok iyi bilinir. "Dördüncü yasa", deneysel aygıtın hiçbir parçasının, kurulduğunun ilk anında çalışmadığını anlatır. Aşağıda beşinci yasa için kanıtı inceleyeceğiz.

tarh bir biçimde uygulanmış ya da tutarlı bir biçimde uygulanabilir hiçbir dışsal ölçüt sergilemez. "Makul uyuşma", bilimin bir dalından öbürüne değişir, bir bilimin her dalında da zamanla değişir. Ptoleme ile hemen arkasından gelenlere göre, astronomi kuramı ile gözlemi arasında makul uyuşma olan şey, Copernicus için, Ptoleme dizgesinin yanlış olacağının kesin kanıtıydı.[7] Cavendish (1731-1810) ile Ramsay'in (1852-1916) yaşadığı dönemler arasında, "makul uyuşma" için kabul edilmiş olan kimyasal ölçütlerde de benzeri bir değişiklik, soy gazların incelenmesine yol açmıştı.[8] Bu görüş ayrılıkları tipiktir ve bilim topluluğunun çağdaş dalları arasındakilerle de uyuşurlar. Spektroskopi dallarında "makul uyuşma", bir dalga boyları tablosunun sayılarında, soldaki ilk altı ya da sekiz rakamda uyuşma anlamına gelir. Buna karşılık, katı cisimler kuramında iki-basamak uyuşması, çoğun gerçekten çok iyi sayılır. Ama astronominin öyle dalları vardır ki, burada bu denli sınırlı bir uyuşma araştırılması bile bir hayal gibi görünür. Yıldızsal büyüklüklerin kuramsal incelenmesinde, on sayısının katlayıcı bir çarpanıyla uyuşma çoğun "makul uyuşma" diye alınır.

Dikkat ederseniz, söze başlarken sorduğumuz soruyu bilmeden yanıtladığımız görülecektir. Diyeceğim, eğer ölçüt bir bilim metninin tablolarından çıkarılacaksa, kuram ile deney arasındaki "uyuşma"nın ne anlama geleceğini söyledik. Ama bu yoldan gitmekle tam bir daire çizdik. Tablodaki sayıların, kendi aralarında "uyuştuğu"nun söylenebilmesi için, hangi belirgin niteliği göstermeleri gerektiğini sormakla ya da en azından duyumsatmakla işe başlamıştım. Şimdi şu sonuca vardım: Olanaklı tek ölçüt, onların, kendisinden türemiş oldukları kuramla birlikte, meslek açısından kabul edilen bir metinde görünmeleri olgusudur sadece. Bir metnin içinde göründüklerinde, kuramdan ve deneyden çıkarılan sayı tabloları, "makul uyuşma"dan başka bir şey ortaya koyamaz. Hem de yalnız totoloji yoluyla

---

[7] T. S. Kuhn, *The Copernican Revolution* (Cambridge, Mass., 1957), ss. 72-76, 135-43.

[8] William Ramsay, *The Gases of the Atmosphere: The History of Their Discovery* (London, 1896), 4. ve 5. bölümler.

tanıtlandıklarında bile; çünkü, meslekçe kabul edilmiş olan "makul uyuşma"nın tanımım yalnız onlar verir. Tabloların varolması da bu yüzdendir sanırım: "Makul uyuşma"yı onlar belirler. Bunları incelemek yoluyla, okur kuramdan ne bekleyebileceğini öğrenir. Tablolarla tanışıklık, kuramın kendisiyle tanışıklığın bir parçasıdır. Tablolar olmadı mı, kuramın özünde bir eksiklik var demektir. Ölçüm bakımından, o test edilmemiş değil, test edilemezdir de. Bu da bizi şu sonuca yaklaştıracaktır: Bir kez bir metinde somutlaştıktan sonra –bu da şimdiki amaçlara göre, bir kez meslekçe benimsendikten sonra, demektir–, hiçbir kuramın, daha önce geçmediği herhangi nicel testlerle testlenebilir olduğu kabul edilemez.[9]

Bu sonuçlar şaşırtıcı değildir belki. Olmamalıdır da elbet. Ama, ne de olsa ders kitapları, *sonuçlarını* kaydettikleri bulgulamalardan ve doğrulama yollarından bir süre sonra yazılırlar. Dahası, eğitim ve öğretim amaçlarıyla yazılırlar. Bir ders kitabının amacı, okura en ekonomik ve kolay özümsenebilir bir yolla, çağdaş bilimsel topluluğun bildiğine inanmış olduğu şeylerin ve bu bilginin başlıca nerelerde kullanılabileceğinin anlatılmasını sağlamaktır. Bu bilginin nasıl kazanıldığı sorunu ile niçin meslekçe kabul edilmiş olduğu konusu üstüne bilgilenme, olsa olsa bagaj fazlasıdır. Bu bilgilenmenin de metnin "insancıl" değerlerini nerdeyse kesinlikle artıracağını ve makul olarak belki de daha kıvrak zekâlı ve yaratıcı bilim adamları yetiştirebileceğini içermese de, o, çağdaş bilimsel dili öğrenme

---

[9] Bu konuyu sürdürüp götürmek, bizi bu bildirinin konusu dışına çıkarır, ama sürdürülmelidir de; çünkü, eğer yanılmıyorsam, o, çözümlemeli ve bireşimsel hakikat arasındaki ayrımın üstüne olan önemli çağdaş çekişme ile ilgilidir. Bilimsel bir kuram, ampirik bir anlam taşıyabilmek için kendisi üstüne bir kanıt önermesiyle birlikte olması gerektiği için, kanıtı içeren bütün kuram çözümlemeli olarak doğru olmalıdır. Felsefi çözümleme probleminin bir anlatımı için bak. W. V. Quine, "Two Dogmas of Empiricism" ve, *From a Logical Point of View* (Cambridge, 1958), ss. 93-118'deki daha başka denemelere. Bilimsel yasaların zaman zaman çözümlemeli statüsünün uyarıcı ama gevşek bir tartışması için bak. N. R. Hanson, *Patterns of Discovery* (Cambridge, 1958), ss. 93-118. Çekişmeli literatüre bol bol gönderme içeren, felsefi problemin yeni bir tartışması Alan Pasch'da vardır: *Experience and The Analytic: A Reconsideration of Empiricism* (Chicago, 1958).

kolaylığını kısıtlayacaktır ister istemez. Bugüne değin, doğa bilimleri üstüne ders kitabı yazanların çoğunca, yalnız son amaç ciddiyetle gözönünde tutulmuştur; bunun sonucu metinler, tamamlanıp bitmiş bilimsel kuramların mantıksal yapısını bulgulamak yolunda filozoflar için uygun bir yer olmakla birlikte, üretici yöntemler hakkında bilgi toplayan dikkatsiz kişilere yardımcı olmaktan çok, onları yoldan çıkaracaktır herhalde. Buna karşılık olan literatürün yetkeli bir belirginleştirilmesi için, yerinde olarak, bir üniversite dili metnine de gidilebilir. Dil metinleri, bilim metinleri gibi, literatürün nasıl *okunacağını* öğretir, onun nasıl yaratılacağını ya da değerlendirileceğini değil. Bu daha sonraki konulara onların sağladıkları yön işaret direkleri, yanlış doğrultu gösterecekler çok olasılıkla.[10]

Normal Ölçüm Etmenleri

Bu görüşler gelecekte atacağımız adımı belirlemektedirler. Ölçümün bilim metinlerinde yasalar ile kuramlar yanında nasıl yer alabildiğini de sormamız gerekiyor. Dahası, günlük literatüre bir yanıt bulabilmek için, doğabilimcilerinin kendi özgün yapıtları aracılığıyla ve başkalarının[11] yaptıklarının içinde değerlen-

---

[10] 3. dipnotta değinilen monografi, bilim metinlerince sağlanmış olan yanlış-yönlendirmenin hem dizgeli ve hem de işlevsel olduğunu ileri sürer. Bilimsel süreçlerin daha doğru bir görüntüsünün fizik bilim adamlarının araştırma etkililiğini artıracağı hiç de açık değildir.

[11] Tartışmaya çağrılmış olduğum dönemin tümünde "gazete literatürü" ve "ders kitabı" terimlerini kullanmak, âdeta anakronik bir tutumdur elbet. Ama, ben, en azından kökenleri onyedinci yüzyılda bulunabilen ve o zamandan bu yana kuvveti artmış olan, mesleki bir iletişim örüntüsünün altını çizmeyi düşünüyorum. (Farklı bilimlerde farklı) öyle bir zaman oldu ki, bir bilimdeki iletişim örüntüsü, insanlık konusunda ve toplumsal bilimlerin birçoğunda hâlâ görülmekte olanla çok benzerdi; buna karşılık fizik bilimlerin hepsinde bu örüntü en azından bir yüzyıl önce ölmüştü ve bunların da çoğunda daha da erken yok olup gitmişti. Şimdi ise araştırma sonuçlarının bütün yayınlanmaları sadece meslekten kişilerce gazetelerde okunmaktadır. Kitaplar her şeyden önce ders kitapları, özet kitapları, halka indirmeler ya da felsefi düşüncelerdir ve bunları yazmak da, meslek işi olmadığı için, âdeta kuşkulu bir etkinliktir. Söylemeye gerek yoktur ki, makaleler ve kitaplar arasındaki ve araştırma ile araştırma olmayan

dirdikleri ortama değin gitmemiz gerekiyor. Bu literatür çevresine başvuru, okul kitaplarının standart şemasının bir içermesi üstüne kuşku uyandırır hemen. Doğabilim adamlarınca yapılmış olan en iyi yaratıcı ölçümlerin yalnızca çok küçük bir bölümü, yeni nicel düzenlilikler bulgulama ya da eskilerine uyma yolunda bir dilekle güdülenmiştir; hemen aynı derecede küçük bir bölüm de bu etkilerin ikisinden birine sahip çıkmakla sona erer. Ama böyle yapan birkaçıdır sadece ve gelecek iki bölümde onlarla ilgili bir şeyler söyleyeceğim. Yalnız, bu, her şeyden önce, bu araştırıcı ve doğrulayıcı ölçümlerin bu denli niçin seyrek olduğunu anlamaya da yardımcı olacaktır. Bu bölümde ve sonraki bölümün büyük bir kısmında, bilimin normal uygulamasında ölçümün en çok karşılaşılan işlevine yönelteceğim çalışmamı bu yüzden.[12]

Fizik biliminde en az karşılaşılan ve en derin deha türü, Newton, Lavoisier ya da Einstein gibi, çok büyük sayıda doğal görüngüye potansiyel düzen getiren, baştan sona yeni bir kuramı ileri süren insanlarca gösterilmiş olanıdır herhalde. Ama, bu türden köktenci yeniden-formülasyonlar da son derece azdır; bunun da en büyük sebebi, bilimdeki durumun buna çok az fırsat vermesidir. Ayrıca, bunlar, bilimsel bilginin ilerlemesinde tek gerçekten-köklü ve yaratıcı olaylar değildir. Doğabilimlerinde, yeni bir kuramın getirdiği yeni düzen, her zaman ezici bir güç taşıyan, *potansiyel* düzendir. Bunu *gerçeğe* çevirebilmek için, deha ile birlikte zaman zaman çok emek ve yetenek gerekmektedir. Ama onun gerçeğe çevrilmesi de gerekmektedir;

---

yazılar arasındaki bu keskin ve katı ayrılık, benim ders kitabı görüntüsü dediğim şeyin kuvvetini büyük ölçüde artırmaktadır.

[12] Bu bildiride burada ve başka yerde, sırf olgusal bilgi toplamak amacıyla yapılmış olan çok büyük sayıdaki ölçümü dikkate almıyorum. Bilimsel kuramlar içine alınması gereken ama sayısal sonuçlarını bu kuramların önceden söyleyemedikleri (ya da ilgili dönemde söylememiş oldukları) parametreleri belirlemek amacıyla girişilen, özgül ağırlıklar, dalga uzunlukları, esneklik değişmezleri, kaynama noktaları vb. gibi bazı ölçümleri düşünüyorum. Bu tür ölçüm de yine ilgi uyandırır ama ben onu geniş ölçüde anlaşılmış sayıyorum. Her ne olursa olsun, onun üzerinde durmak, bu bildirinin sınırlarını büyük ölçüde genişletecektir.

çünkü, yalnız gerçeğe çevirme süreci yardımıyla, yeni kuramsal yeniden-formülasyonlar bulunabilir. Bilimsel uygulamanın tümü, böylece, yeni kuramsal bulgulamayla hazırlanmış zemini güçlendiren ve daha sonraki bulgulama için temel hazırlığı yapan, karmaşık ve tüketici bir temizlik işlemidir. Bu gibi temizleme işlemlerinde ölçümün, kendine özgü, karşı konulmaz bir biçimde genel, bilimsel bir işlevi vardır.

Bu güçlendirme işlemlerinin ne denli önemli ve güç olabileceği, Einstein'ın genel görelilik kuramının günümüzdeki durumuyla iyice görülebilir. Bu kuramı somutlaştıran denklemler uygulamada o denli güçlüklerle karşılaşmışlardır ki (denklemlerin özel görelilik denklemlerine indirgendiği sınırlı durum dışında), şimdiye değin, gözlemle karşılaştırılabilecek sadece üç öngörü verebilmişlerdir.[13] Dâhi olduklarından kuşkulanılamayan kişiler bile, daha başkalarını geliştirmekte başarısız kalmışlardır hep ve problem hâlâ onların ilgisini üzerine çekmektedir. Bu çözülünceye değin, Einstein'ın genel görelilik kuramı da, büyük ölçüde, verimsiz bir başarı olarak kalacaktır; çünkü, işletilememektedir.[14]

Genel görelilik kuramı bir uç durumdur kuşkusuz; ama, ortaya koymuş olduğu durum tipiktir. Bir bakıma daha büyük bir örnek olarak onsekizinci yüzyıl bilimsel düşüncesinin en iyi kesiminin çoğunu uğraştırmış olan problemini; Newton'un üç devinim yasasından ve genel çekim ilkesinden testlenebilir sayısal öngörüler türetme problemlerini ele alalım. Onyedinci yüzyılın sonlarına doğru Newton kuramı ilk kez bildirildiğinde, yalnız onun üçüncü yasası (etki ve tepkinin eşitliği) deney yoluyla doğrudan doğruya araştırılabilmişti ve ilgili deneyler de yalnız çok

---

[13] Bunlar, Güneşin çekim alanında ışığın sapması, Merkür'ün güneşe yakınlaşması, uzak yıldızlardan gelen ışığın kızıla değişikliğidirler. Sadece bunlardan ilk ikisi, kuramın bugünkü durumunda gerçekten nicel öndeyidir.

[14] Genel görelilik kuramının somut uygulamalarını ortaya koymadaki güçlükler, bu kuramda cisimlenmiş olan bilimsel görüş açısını işleme girişiminden bilim adamlarını engellememelidir. Ama, üzülerek söyleyelim, durum galiba böyle görünüyor şimdilik. Özel kuramdan farklı olarak genel görelilik, bugün, fizik öğrencilerince çok az incelenmektedir. Elli yıl sonra Einstein'ın katkısının bu yanını toptan göremez olacağımızı düşünebiliriz.

özel durumlara uygulanmıştı.[15] İkinci yasanın ilk kez olarak ve ikircikiz tanıtlamaları, Atwood makinasının gelişmesini beklemişti; *Principia'* nın[16] yayınlanmasından nerdeyse hemen bir yüzyıl sonraya değin icat edilmemiş olan, laboratuvar aygıtının çok ince düşünülmüş bir parçasıydı bu. Genel çekim üstüne doğrudan nicel araştırmalar daha da güç olmuştu ve 1798'e değin bilimsel literatürde ortaya konulamamıştı.[17] Newton'un birinci yasası, günümüzde, laboratuvar ölçüm sonuçlarıyla doğrudan doğruya karşılaştırılamaz, roketçilikteki gelişmeler bunu artık çok beklemeyeceğimizi olanaklı kılsalar da.

Doğaldır ki, doğa bilimi metinlerinde ve temel laboratuvar uygulamalarında Atwood'unkiler gibi dolaysız tanıtlamalar, çok geniş ölçüde yapılmaktadır. Basit olduklan ve ikircİklik taşımadıklan için, pedagojik değerleri de çok büyüktür. Newton'un yapıtının yayınlanmasının üstünden bir yüzyıldan fazla bir zaman geçtikten sonra, kullanılabilir olmaları ya da pek az olabilmeleri, pedagojik bakımdan aynm göstermez. Bizi sadece bilimsel başarının yapısını yanlış anlamaya götürür, olsa olsa.[18] Nitekim

---

[15] En ilgili ve geniş ölçüde kullanılan deneyler, sarkaçlarla gerçekleştirildi. İki sarkaç topu çarpıştığında geri çekilmeyi belirleme, onyedinci yüzyılda, dinamik "etki" ve "tepki"nin ne olduklarını belirleyebilmek için kullanılmış olan temel kavramsal ve deneysel araçlar gibi görünmektedirler. Bak. A. Wolf, *A History of Science, Technology, and Philosophy in the Sixteenth and Sevententh Centuries,* yeni baskı D. McKie'ce hazırlanmış (London, 1950), ss. 155-231-35; ve R. Dugas, *La mécanique au XVII^e siècle* (Neuchâtel, 1954), ss. 283-98; ve *Sir Isaac Newton's Mathematical Principles of Natural Philosophy and His System of the World,* F. Cajori baskısı (Berkeley, 1934), ss. 21-28. Wolf (s. 155) üçüncü yasayı "üçü arasında tek fizik yasası" diye açıklıyor.

[16] Bu aygıtın kusursuz bir betimlenmesi ve onu Hanson'da kurmak için Atwood'un gösterdiği nedenlerin tartışması için bak. *Patterns of Discovery,* ss. 100-102 ve bu sayfalara düşülen notlar.

[17] A. Wolf, *A History of Science, Technology, and Philosophy in the Eighteenth Century,* D. McKie'ce gözden geçirilmiş ikinci baskı (London, 1952), ss. 111-13. Cavendish'in 1798 ölçümlerinin kimi öncüleri vardır, ama ölçüm sadece Cavendish'ten sonra tutarlı sonuçlar vermeye başlamıştır.

[18] Galileo'nun serbest düşme yasasını incelemekte öğrencilere yardımcı olmak için hazırlanmış modern laboratuvar avadanlığı; yaratıcı bilim ile ölçüm arasındaki ilişki çevresindeki tarihsel imgelemi yanlış bir yola sokan öğretim

Newton'un çağdaşları ve ardılları, bu nicel kanıtlamayı uzun süre beklemek zorunda kalmışlardı ama, bunu sağlayabilecek avadanlık hiç tasarlanmamıştı. Bereket, onsekizinci yüzyılda başka bir yol daha vardı ve bilimsel yeteneklerin çoğu onu izlemekteydi. Karmaşık matematiksel kullanımlar, yasaların tümünü birlikte işletmek, nicel gözlemle, özellikle de sarkaçlar üstüne laboratuvar gözlemleriyle ve Ay ile gezegenlerin devinimleri üstüne laboratuvar gözlemleriyle karşılaştırılabilecek güçte birkaç çeşit öneriye yol açmıştı. Ama, bu öndeyiler daha başka ve aynı derecede ciddi bir sorun, diyeceğim, temel yaklaşımlar sorunu ortaya çıkarıyordu.[19] Laboratuvar sarkaçlarının asma düzeneği ne ağırlıksızdır, ne de tam olarak esnektir; havanın direnci, sarkaç topunun devinimini durdurur; ayrıca, topun kendisi de sonlu boyuttadır ve topun hangi ucunun sarkacın boyunu hesaplamakta kullanılabileceği sorunu da vardır. Deneysel durumun bu üç yanı önemsenmezse, kuram ile deney arasında çok kabaca bir uyuşma beklenebilir sadece. Ama, onların nasıl azaltılacağını ve kalıntı için ne gibi bir ödün verileceğini belirlemek, kendi başına çok güç sorunlar oluşturur, Newton'un yaşamış olduğu günlerden bu yana, bunların çıkardığı sorun üstüne parlak araştırmalar yapılmıştır.[20]

Newton yasalarını astronomik öngörülere uygularken karşılaşılan problemler daha da aydınlatıcı olmuştur. Güneş dizgesi içindeki cisimlerin her birinin bir başkasını kendine çektiği ve

---

yöntemine, belki çok gerekli olmakla birlikte klâsik de olan bir örnek oluşturmaktadır. Bugün kullanılan aygıtlardan hiçbiri onyedinci yüzyılda kurulamazdı herhalde. En iyi ve en geniş çapta dağılmış olan donanım parçalarından biri, sözgelimi, bir çift koşut düşey ray arasında ağır bir topun düşmesini sağlar. Saniyenin her 1/100'ünde raylar elektrikle yüklenirler ve toptan geçerek raydan raya giden kıvılcım kimyasal bir yolla işleyen bir teyp üzerinde topun konumunu kaydeder. Aygıtın öbür parçaları, elektrikli zaman ölçerleri vb. ile ilgilidir. Bu yasayla ilgili ölçümleri yapmadaki tarihsel güçlükler için, aşağıya bak.

19 Newton yasaları uygulamalarının hepsi de bir tür yaklaştırımları işe karıştırır, ama aşağıdaki örneklerde yaklaştırımların nicel bir önemi vardır ki, daha öncekiler buna sahip değildiler.

20 Wolf (*Eighteenth Century*, ss. 75-81) bu çalışmanın iyi bir hazırlık betimlemesini sağlar.

de çekildiği için, göksel olayların öngörüsü, Newton zamanında, onun yasalarını eşzamanlı devinimlere ve sekiz gökcisminin karşılıklı etkileşimlerine uygulamayı gerektiriyordu (bu cisimler Güneş, Ay ve bilinen altı gezegenden ibaretti. Gezegen uydularını bilmezlikten geliyorum.) Bunun sonucu olarak, o tümüyle asla çözülmemiş olan matematiksel bir problemdir. Çözülebilecek denklemler sağlayabilmek için Newton, gezegenlerin her birinin yalnızca Güneş tarafından ve Ay'ın da yalnız Yeryüzü tarafından çekildiğini öne süren iddiayı ortaya atmak zorunda kalmıştı. İşte bu iddiaya dayanarak o, Kepler'in ünlü yasalarını türetebilirdi ve bu da kuramı için harikulâde inandırıcı bir kanıt olurdu. Ne var ki, Kepler yasalarının öngördüğü devinimlerden gezegenlerin sapma göstermesi, basit, nicel teleskopik gözlemde gayet açıktı. Newton'un kuramıyla bu sapmaların nasıl ele alınacağını bulabilmek için, Kepler yasalarının ilk türetilmesinde önemsenmeyen gezegenler-arası kuvvetlerin temelde Kepler'ci olan bir yörüngede meydana getirdikleri "sarsımları" matematiksel olarak kestirme zorunluluğu vardı. Ay'ın deviniminde Güneşin yol açtığı sarsım için kaba bir ilk kestirim ortaya attığında, Newton'un matematiksel dehası bütün gücüyle kendini göstermişti. Getirmiş olduğu yanıtı daha da iyileştirme ve gezegenler için benzeri yaklaştırımlı yanıtlar geliştirme, Euler, Lagrange, Laplace ve Gauss[21] da içinde olmak üzere, onsekizinci ve ondokuzuncu yüzyıl başındaki çok büyük matematikçileri uğraştırmıştır. Sırf bunların çalışmalarının bir sonucu olarak, daha sonra Einstein'in genel kuramıyla açıklanacak olan, Merkür yıldızı devinimindeki aykırılığı tanımak olanağı doğmuştu. Bu aykırılık daha önceleri, "makul uyuşma" sınırları içinde gizlenmiş bulunuyordu.

Newton yasalarının nicel uygulanmalarıyla ortaya çıkan durum bir noktaya kadar tam bir tipik durumdur sanırım. Benzeri örnekler, ışığın parçacıksal, dalgasal ya da kuvantum mekaniği kuramından; elektromanyetik kuramı tarihinden, kimyasal nicel düzenlemelerden ya da nicel içermeleri bulunan daha başka

---

[21] Agy., ss. 96-101. William Whewell, *History of the Inductive Sciences*, gözden geçirilmiş baskı, 3 Cilt (London, 1847), 2: 213-71.

birçok doğabilimsel kurallardan sağlanabilmiştir. Bu durumların her birinde de, kuram ile gözlemin nicel karşılaştırılmasına izin vermiş olan birçok problem bulmanın güçlüğü anlaşılmıştır. Bu gibi problemler bulunduklarında bile, çok yüksek bilimsel yetenekleri gerektiriyordu, hem avadanlığı yaratmak, sarsım etkilerini azaltmak için, ve hem de kalıntılar için yapılacak kabulü değerlendirmek için. Birçok fizik bilim adamının, *çalışmaları nicel olduğu sürece,* çoğu zaman yapmış olduğu çalışma böyledir. Bunun hedefi, bir yandan, belli bir uygulamada kuramın belirgin bir niteliği olan "makul uyuşma" ölçüsünü geliştirmek; öte yandan da, yeni uygulama alanları açmak ve bunlara uygulanabilecek yeni "makul uyuşma" ölçüleri saptamaktır. Matematiksel ya da işlemsel bulmacaları kışkırtıcı bulan her kimse için, bu, büyüleyici ve çok ödül veren bir iş olabilir. Bunun fazladan bir bedel ödeyecek olduğu uzak olasılık da her zaman vardır: Bir şeyler ters gidebilir.

Ne var ki, bir şeyler ters gitmediği sürece –bir sonraki bölümde işlenecek bir durumdur bu– kuram ile gözlem arasındaki nicel denklik üzerindeki ince mi ince araştırmalar, bulgulama ya da doğrulama girişimleri olarak betimlenemez. Başarılı olan kişi, yeteneklerini ortaya koyar; ama, tüm bilimsel topluluğun günün birinde bir kimsenin gerçekleştirebileceğini önceden bildirdiği bir sonucu elde etmek yoluyla bunu yapabilir. Başarısı, kuram ile dünya arasında *daha önceden örtük olarak* kurulmuş uyuşmanın belirtik tanıtlanmasından doğar sadece. Doğada hiçbir yenilik ortaya çıkarılmamıştır. Bu türden bir çalışmada başarılı olan bir bilim adamının da, araştırmasına kılavuzluk eden bir kuramı "doğrulamış" olduğu söylenemez. Çünkü atak girişimlerdeki başarı, kuramı "doğrulasa" da, sonraki başarısızlığı onu "sakatlayacaktır" kesinlikle ve bu durumda hiçbir şey doğru olamaz. Bu bulmacalardan birini çözmede başarısızlık, yalnız bilim adamı için önemlidir; sonucu yayınlanmaya değmeyen bir tasarı uğruna bir sürü zaman harcamıştır; buradan çıkacak sonuç, eğer herhangi bir sonuca varılabilirse, yeteneklerinin bu işe tam uygun olmadığıdır. Gerçi ölçüm bulgulamaya ya da doğrulamaya yol açar ama, bütün uygulamalarının en sık karşılaşılanlarında değil.

Normal Ölçümün Etkileri

Doğa bilimlerinde normal ölçüm sorunlarının ikinci bir önemli yanı vardır. Buraya değin, bilim adamlarının genel olarak niçin ölçüm yapmış oldukları üzerinde durduk; şimdi de bu işi yaptıklarında, varmış oldukları sonuçları ele almamız gerekecek. Ders kitaplarının zorlamış olduğu başka bir kalıplaşma, hemen tartışma konusu olacak. Ders kitaplarında, ölçüm sonucu gelen sayılar, bilim adamının, savaşım yoluyla, kuramlarını uydurmak zorunda bulunduğu, "altedilmez ve inatçı olgular"ın ilk-örnekleri gibi görünürler genellikle. Oysa, bilimsel uygulamada, gazete literatüründe görülmekte olduğu gibi, bilim adamı çoğun, daha çok, olgularla savaşıyormuş, kuşkulanmadığı bir kuramla onları uyuşmaya zorluyormuş gibi görünür. Nicel olgular sadece birer "veri" imiş gibi görünmekten çıkar. Onlar için ve onlarla savaşılmalıdır ve bu kavgada, karşılaştırılacakları kuram, en güçlü silah olarak ortaya çıkacaktır. Bilim adamları, doğaya hangi sayıları verdirmek zorunda olduklarını öğreninceye değin, kuramla karşılaştırmaya değer sayıları elde edemezler çoğun.

Bu sorunun bir bölümü, kuramı niçel ölçümlerle karşılaştırma olanağını veren teknikleri ve araçları bulma güçlüğüdür sadece. Daha önce de görmüştük, Newton'un ikinci yasasının tamamen nicel tanıtlanmasını verebilen bir makinanın bulunması, nerdeyse bir yüzyılı almıştı. Ama, Charles Atwood'un 1784'de betimlemiş olduğu makina, bu yasayla ilgili nicel bilgiyi veren ilk araç değildi. Bu doğrultuda yapılmış olan girişimler, 1638'de Galileo'nun klâsik eğik düzlem deneyinin betimlenmesinden bu yana yapılmış bulunmaktaydı.[22] Galileo'nun parlak sezgisi bu laboratuvar aracında, salt kendi ağırlığıyla davranış gösterdiğinde bir cismin nasıl devindiğini araştırmanın yolunu görmüştü. Deneyden sonra o, bir düzlemden aşağıya yuvarlanan küresel bir cismin ölçülü bir sürede geçtiği uzaklığın ölçümünün, devinimin düzgün bir biçimde ivme kazandığını öngö-

---

[22] Özgün metnin modern İngilizce değişkesi için bak, *Galileo Galilei, Dialogues Concerning Two New Sciences*, çev. Henry Crew ve A. De Salvio (Evanston and Chicago, 1946), ss. 171-72.

ren ilk savını doğruladığını bildirmişti. Newton'un yeniden yorumlamasından sonra bu sonuç, özel bir düzgün (üniform) kuvvet durumu için ikinci yasayı örneklendirmişti. Ama Galileo, elde etmiş olduğu sayıları bildirmemişti ve Fransa'da en iyi bilim adamlarından oluşan bir grup, karşılaştırılabilir sonuçlar elde etmede uğramış oldukları tam başarısızlığı bildirmişlerdi. Basında da Galileo'nun kendisinin, deneyi yapıp yapmadığı üzerinde düşünülmekteydi.[23]

Gerçekte, Galileo'nun deneyi yapmış olduğu hemen hemen kesindir. Yaptı idiyse, düzgün bir ivme sonucu olduğunu gösterdiği ($s = 1/2\ at^2$) yasası ile tam uygun bir uyuşma içinde imiş gibi görünen nicel sonuçları kesinlikle elde etmiş olmalıydı. Ancak kronometreleri ya da elektrikli zaman-ölçerleri ve modern elemanter laboratuvarlarda bu deneyi gerçekleştirmek için gerekli uzun düzlemleri ya da ağır değirmen çarklarını görmüş olan bir kişi, Galileo'nun bulmuş olduğu sonuçların kendi yasasıyla tutarlı olduğundan haklı olarak kuşkulanabilirdi. Aynı verilere bakan Fransız grubun da, düzgün ivmeyi bunların örnekleyebiliyormuş gibi görünmelerini kuşku ile karşılamış olması da çok olanaklıdır. Büyük ölçüde bir spekülasyondur bu elbet. Ama bu spekülasyonlu öğe, benim şimdiki görüşümü kuşkulu göstermez: Kaynağı ne olursa olsun, Galileo ile onun deneyini yinelemeye çalışanlar arasındaki uyuşmazlık, doğaldı tümüyle. Eğer Galileo'nun genellemesi, insanları varolan araç donanımının tam kıyısına getirmeseydi –ki, içinde deneysel'in dağılıp saçıldığı ve yorum üstüne uyuşmazlığın kaçınılmaz olduğu bir alandır bu–, o zaman, bu işi yapmak için herhangi bir dehaya gerek kalmazdı. Onun verdiği örnek, doğa bilimlerinde kuramsal dehanın önemli bir yanını tipleştirir – deneycilerin ve araçların oldukça farklı yeteneğine erişmeyi bir yana bırakarak, olayların önüne sıçrayıp atlayan bir dehadır bu. Bu durumda da, onlara yetişme çabası, uzun bir zaman almıştı. Onsekizinci yüzyıl ortasında, anakara Avrupa'sı bilim adamlarının kimisi, ivmenin,

---

[23] Bu öykünün tümü ve daha ötesi A. Koyré'de parlak bir biçimde sergilenmiştir, "An Experiment in Measurement", *Proceedings of the American Philosophical Society* 97 (1953): 222-37.

kuvvetin asli ölçüsünü verip vermediği üzerinde hâlâ düşünmekte olduğu için, Atwood makinasının dizaynı yapılmış bulunuyordu. Kuşkuları daha çok ölçümden ileri gelmekle birlikte, ölçüm de, değişik nicel sonuçlara uymayacak denli, yeterince kuşkuluydu hâlâ.[24]

Az önce verilen örnek güçlükleri gösterir ve ölçüm sonuçlarındaki dağınıklığı azaltmada kuramın rolünü ortaya koyar. Ama, soruna varmaya daha çok vardır. Ölçüm güvensiz olduğunda, elde bulunan araçların ve kullanım tekniklerinin güvenilirlik testlerinden biri, elde bulunan kuram ile uygun bir yolla karşılaştırılan sonuçları verme yetenekleri olacaktır ister istemez. Doğa bilimlerinin kimi bölümlerinde, deneysel tekniğin uygunluğu yalnız bu yolla değerlendirilebilir. Bu olurken "güvensiz" araç donanımı ya da tekniğinden bile söz edilemez artık; çünkü bunlar, dışsal bir kuramsal standarda başvurmaksızın iyileşebilmişlerdir.

Sözgelimi, John Dalton, başlangıçta meteorolojik ve fizik gözlemlerden çıkarmış olduğu atom kuramını geliştirmek için kimyasal ölçümlerin kullanımını ilk kez düşündüğünde, ilgili veriler için el altında bulunan kimya literatürünü araştırmakla işe başlamıştı. Ama hemen anlamıştı ki, içinde tek bir element çiftinin, sözgelişi, hidrojen ile oksijenin birden fazla kimyasal bileşime girdiği o tepkime gruplarından önemli aydınlanma sağlanabilecektir. Atom kuramı doğru idiyse eğer, bu bileşikliklerin kurucu molekülleri, onların taşıdığı her elementin bütün atomlarının sayısı oranında farklılaşabilirdi yalnız. Sözgelişi, azotun üç oksiti N_2O, NO ile NO_2 moleküllerini taşıyabilir ya da daha başka benzer bir basit düzenlenişi olabilir.[25] Ancak, özel

---

[24] Hanson, *Patterns of Discovery*, s. 10.

[25] Dalton'un özgün notasyonu bu değildir elbet. Gerçekten, ben kimi zaman bu açıklamanın tümünü modernize edip sadeleştiriyorum. Şu aşağıdakilerden yararlanarak o daha tam olarak yeniden kurulabilir: A. N. Meldrum, "The Development of the Atomic Theory: (1) Berthollet's Doctrine of Variable Proportions", *Manchester Memoirs* 54 (1910): 1-16; ve "(6) The Reception accorded to the Theory advocated by Dalton", agy. 55 (1911): 1-10; L. K. Nash, *The Atomic Molecular Theory*, Harvard Case Histories in Experimental Science, case 4 (Cambridge, Mass., 1950); ve "The Origins of Dalton's Chemical

düzenlenişler ne olursa olsun, azotun ağırlığı bu üç oksit örneğinde aynı ise, o zaman bu üç örnekteki oksijen ağırlıkları basit tam-sayılı oranlarla birbirine bağlı olmalıdır. Bu ilkenin, aynı element gruplarından oluşan tüm bileşik gruplarına genellendirilmesi, Dalton'un katlı oranlar yasasını ortaya çıkarmıştır.

Söylemeye gerek yok, Dalton'un literatür araştırması kimi veriler sağlamış bulunuyordu; bunlar onun gözünde, yasayı yeterince desteklemekteydiler. Ancak –örneklemenin amacı da işte budur–, o zaman zaten varolan verilerin çoğu, Dalton yasasını hiç desteklemiyordu. Sözgelişi, Fransız kimyacısı Proust'un iki bakır oksit üstüne yapmış olduğu ölçümler, belli bir ağırlıktaki bakır için, 1.47: 1 değerinde bir oksijen ağırlık oranı veriyordu. Dalton kuramında ise bu oran 2/1 olmalıydı; Proust, bu öngörüyü doğrulayabileceği umulabilen kimyacının ta kendisi olmuştu. İlkin, çok duyarlı bir deneyciydi. Ayrıca, daha sonra, bakır oksitleri konu yapan büyük bir tartışmaya girişmişti; bu tartışmada o Dalton'unkine benzeyen bir görüşü savunmuştu. Ne var ki, ondokuzuncu yüzyılın başında kimyacılar katlı oranları ortaya koyan nicel çözümlemelerin nasıl yapıldığını henüz bilmiyorlardı. 1850'lerde öğrenmişlerdi, ama yalnız Dalton kuramının kendilerine yol göstermesi koşuluyla. Kimyacılar kimyasal çözümlemelerden ne gibi sonuçlar bekleyebileceklerini bildiklerinden, bunları sağlayan teknikleri de bulabilirlerdi. Bunun sonucu olarak, kimya metinleri artık nicel çözümlemelerin Dalton'un atomculuğunu doğruladığını söyleyebilirler ve, tarihsel açıdan, ilgili çözümsel tekniklerin, uygun olduklarını söyledikleri kurama dayalı olduklarını unutabilirlerdi. Dalton kuramı daha bildirilmeden önce, ölçüm aynı sonuçları vermiyordu. Toplumsal bilimlerde olduğu kadar fizik bilimlerinde de, kendi kendine gerçekleşen kehanetler vardır.

Bana kalırsa bu örnek doğa bilimlerinin birçok kesiminde, ölçümün kurama nasıl yanıt verdiğini göstermesi bakımından

---

Atomic Theory", *Isis* 47 (1956): 110-16. J. R. Partington, *A Short History of Chemistry*, 2. baskı (London, 1951) de dağılmış bir şekilde bulunan çok yararlı atom ağırlığı tartışmalarına bak.

çok tipiktir. Bundan sonraki ve çok garip olan örneğimin aynı derecede tipik olduğundan emin değilim ama, çekirdek fiziğindeki meslektaşlarım, ölçüm sonuçlarında tersinir olmayan benzeri ayrılıklara sık sık rastladıklarını bana kesin olarak bildirmişlerdir.

Ondokuzuncu yüzyılın ilk yıllarında, zamanının belki en büyük ve kuşkusuz en ünlü fizikçisi P. S. de Laplace, hızla sıkıştırılan bir gazın yakınlarda gözlemlenmiş olan ısınmasının kuramsal fiziğin bellibaşlı sayısal aykırılıklarından birini açıkladığını söylüyordu. Bu, havada ses hızının öndeyilenen ve ölçülmüş değerleri arasında, yaklaşık yüzde 20 oranında bir uyuşmazlık demekti – Newton'un ilk işaret ettiğinden bu yana, Avrupa'nın en iyi matematiksel fizikçilerinin tümünün dikkatini üzerine çekmiş olan bir aykırılıktı bu. Laplace'ın önerisi yerine getirildiğinde, sayısal doğrulama ters çıktı (bu tipik güçlüğün yeniden çıkmasına bir mim koyalım); çünkü, gazların ısısal özelliklerinin inceden inceye ölçümlerini; diyeceğim, katılar ve akışkanlar üstüne ölçümler için dizayn edilmiş avadanlığın kapasitesi ötesine geçen ölçümler istiyordu. Ne var ki, Fransız Akademisi bu gibi ölçümler için bir ödül koymuştu ve 1813'te, adları çağdaş bilimsel literatürde hâlâ anılmakta olan iki parlak, genç deneyci, Delaroche ile Bérard, bu ödülü kazanmışlardı. Laplace bu ölçümleri, ses hızının dolaylı, kuramsal bir hesaplanmasında kullandı ve kuram ile ölçüm arasındaki tutarsızlık yüzde 20'den yüzde 2,5'a düştü; ölçüm durumu bakış açısından açık bir utkuydu bu.[26]

Gelgelelim, bugün kimse bu utkunun nasıl oluştuğunu açıklayamamakta. Delaroche ile Bérard'ın rakamları üstüne Laplace'ın yapmış olduğu yorum, bilimimizin, doğrudan ilgili nicel deneyden kuramın yaklaşık yüzde kırk farkla ayrıldığından tamamen emin olduğu bölgede, kalorik kuramını kullanmıştı. Ne var ki, Delaroche ve Bérard ölçümleri ile günümüzdeki eşdeğerli deneylerin sonuçları arasında yine yüzde 12'lik bir tutarsızlık vardır. Bunların nicel sonucunu bulmak artık elimizde değil. Ama, Laplace'ın kurama dayalı, tam anlamıyla doğru ve esaslı

---

[26] T. S. Kuhn, "The Caloric Theory of Adiabatic Compression", *Isis* 49 (1958): 132-40.

hesaplamasında, deneysel ve kuramsal olmak üzere bu iki tutarsızlık, öndeyilenen ve ölçülen ses hızı arasındaki sonal sıkı uyuşmayı vermeyi önlemiştir. Eminim ki, bunu basit bir şapşallık sonucu gibi başımızdan savuşturamayız. İşe karışmış olan hem deneyciler ve hem de kuramcılar, çok yüksek çapta kişilerdi. Daha çok burada, kuram ile deneyin, her ikisi için de yeni alanların işletilmesinde birbirine yol gösterdiğinin kanıtını görmekteyiz.

Bu örnekler, işin başında, son bölümdeki örneklerden çıkarılmış olan görüşü güçlendirebilir. Yeni alanlarda ya da yeni kesinlik sınırları içinde, kuram ile deney arasındaki uyuşmayı bulup ortaya çıkarmak güç, ertelenemeyen ve, birçok kimse için de, heyecan verici bir iştir. Amacı ne bulgulama, ne de doğrulama olmasa da, nicel çalışmalara düşkün fizik bilimi adamlarının hemen hemen bütün zamanını ve dikkatini tüketmeye bol bol yeten bir çekicilik taşır. İmgelemlerinin en güçlü yanını, diyeceğim, sezgisi ile uyanıklığını ister. Buna ek olarak –son bölümlerle birleştiğinde– bu örnekler daha fazladan bir şeyi de gösterirler. Diyeceğim, bunlar, yeni doğa yasalarının niçin, bu yasaların ileri bir bilgisi olmaksızın yapılan ölçümlerin sonuçlarını denetlemek yoluyla sadece, bu denli çok az bulgulanmış olduğunu gösterebilirler. Birçok bilimsel yasanın doğa ile bu denli az nicel değme noktası bulunması yüzünden; bu değme noktalarının araştırılmaları, genelde, yorucu araç donanımı ve yaklaştırım istediğinden ve doğanın kendisi de uygun sonuçlar vermek için zorlanmak gereksinimi duyduğundan, kuram ya da yasadan ölçüme giden yolda hemen hiçbir zaman geriye doğru gidilmez. Beklenmesi gereken düzenlilik üstüne bir bilgi olmadan, toplanan sayılar hemen hiçbir zaman kendi adlarına konuşmaz. Hemen hemen kesinlikle hep sayı olarak kalırlar.

Ama bu demek değildir ki, hiç kimse, salt ölçüm yoluyla, nicel bir düzenlilik bulamamıştır. Gazın hacmi ve gazın basıncı ile ilgili Boyle yasası, uygulanan kuvvetle yayın bükülmesi üstüne Hooke yasası ve üretilmiş ısı, elektrik direnci ve elektrik akımı arasındaki Joule bağıntısı, hep ölçümün dolaysız sonuçlarıydı. Bunlardan başka örnekler de vardır. Ama, kısmen çok ayrıksı durumda olduklarından ve kısmen de ölçüm yapan bilim ada-

mının elde edeceği nicel sonucun özel biçiminden *başka her şeyi* bilmesine değin hiçbir zaman ortaya çıkmamalarından dolayı, bu ayrıksı durumlar, nicel ölçüm yoluyla nicel bulgulamanın ne denli olasılıkdışı olduğunu gösterir. Galileo ile Dalton'un durumları –nicel sonucu bir vargının en yalın anlatımı gibi sezinleyen ve sonra da doğayı bunu doğrulamaya zorlayan insanlar– çok tipik bilimsel olgulardır. Gerçekten Boyle bile; hem kendisi ve hem de okurlarından iki kişi, bu yasanın (gözlemlenmiş nitel düzenliliğin vermiş olduğu en sade nicel bilginin), kesinlikle, sayısal sonuçlar kayda geçtiğinde doğması gerektiğini söylememiş olsalardı, kendi yasasını bulamazdı.[27] Burada da nitel bir kuramın nicel içermeleri yol göstermektedir.

Bir örnek daha verelim, bu, ayrıksı bulgulama türünün önkoşullarından kimisine açıklık kazandırabilir en azından. Mıknatıslanmış cisimler arasındaki ve elektrik yüklü cisimler arasındaki kuvvetlerin uzaklıkla değişmesini betimleyen bir yasanın ya da yasaların deneysel araştırılması, onyedinci yüzyılda başlamıştı ve bütün onsekizinci yüzyılda etkin bir biçimde sürdürülmüştü. Ancak, sadece Coulomb'un 1785'teki klâsik araştırmalarından hemen önce gelen onyıllarda, ölçüm bu sorulara yaklaşımsal olarak kuşkusuz bir yanıt verebilmişti. Başarı ile başarısızlık arasındaki ayrımı yapan şey, Newton kuramının bir bölümünden öğrenilmiş olan bir dersin gecikmiş bir özümsenmesi imiş gibi görünmektedir. Genel çekimle ilgili ters kare yasası gibi basit kuvvet yasaları, sadece matematiksel noktalar ya da onlara yaklaşık olan cisimler arasında beklenebilir genelde. Büyük cisimler arasındaki çekimin daha karmaşık yasaları, iki cisimdeki tüm nokta çiftleri arasındaki kuvvetlerin tümünü toplayarak, noktaların çekimini yöneten daha basit yasadan türetilebilirler. Ama, iki cisim arasındaki uzaklık, birbirini çeken cisimlerin boyutlarına kıyasla büyük olmadıkça, bu yasalar, matematiksel bir biçim kazanamazlar pek. Bu koşullar altında, cisimler de noktalar gibi davranış göstereceklerdir ve deney de bundan doğan basit bir

---

[27] Marie Boas, *Robert Boyle and Seventeenth-Century Chemistry*, (Cambridge, 1958) s. 44.

düzenliliği ortaya çıkarabilecektir.

Şimdi sadece tarihsel bakımdan daha basit olan elektriksel çekimleri ve itimleri ele alalım.[28] Onsekizinci yüzyılın ilk yarısı boyunca –diyeceğim, elektrik kuvvetinin elektrik kuvvetleriyle yüklü bütün bir cisimce yayılan effluviaların sonuçları gibi açıklandığı dönemde–, nerdeyse her deneysel kuvvet yasası incelemesi, terazinin bir kefesi altına, ölçülü bir uzaklığa yüklü bir cisim koymaktan ve, sonra da, çekimin üstesinden gelinceye değin öbür kefeye konulacak ağırlığı ölçmekten ibaretti. Aygıtın bu düzenlenişiyle, çekim, basit bir yolla, uzaklıkla hiç değişmez. Dahası da, içinde değişmiş olduğu karmaşık yol, çekilen kefenin maddesine ve boyutuna bağlıdır özellikle. Bu tekniği deneyen insanların çoğu, sorumluluklarından vazgeçme kararı verdi, kimileri de hem ters kareyi ve hem de ters ilk gücü kapsamına alan çeşitli yasaları önerdiler, ölçüm büsbütün kuşkulu oldu. Ama, böyle olmayabilirdi. Yüzyılın ortasındaki onyıllar boyunca nitel incelemelerden yavaş yavaş kazanılmış olan şey ve gerekli olan şey, elektrik ve mıknatıs olaylarının çözümlenmesine daha Newton'cu bir yaklaşım idi.[29] Ve bu da evrimleştikçe, deneyciler giderek artan bir tempoyla cisimler arasındaki çekimi değil, nokta kutuplar ve nokta yükler arasındaki çekimi araştırmışlardı. Bu biçimle, deneysel sorun hızla ve kuşkusuz bir biçimde çözüldü.

Bu örnekleme, ölçüm sonuçlarının anlaşılabileceğinin

---

[28] Duane Roller ile Duane H. D. Roller'de, ilgili çok gereç bulunacaktır, *The Development of the Concept of Electric Charge: Electricity from the Greeks to Coulomb*, Harvard Case Histories in Experimental Science, Case 8 (Cambridge, Mass., 1954) ve Wolf'da, *Eighteenth Century*, ss. 239-50, 268-71.

[29] Daha tam bir açıklama hem ilk ve hem de daha sonraki yaklaşımları "Newton'cu" diye betimlemek zorunda kalacaktır. Elektrik kuvvetinin effluvia'dan kaynaklandığı görüşü kısmen Karteziyen niteliktedir ama onsekizinci yüzyılda onun *locus-classicus'* u, Newton'un *Opticks'* inde geliştirilmiş olan eter kuramıydı. Coulomb'un yaklaşımı ile çağdaşlarından birçoğununki, Newton'un *Principia'* sındaki matematiksel kurama çok daha doğrudan bağlı bulunmaktadır. Bu kitaplar arasındaki ayrımlar, onsekizinci yüzyıldaki etkileri ve elektrik kuramının gelişmesi üzerine etkileri için bak. I. B. Cohen, *Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example Thereof* (Philadelphia, 1956).

umulmasından önce, nasıl büyük nicelikte kurama gereksinim olduğunu bir kez daha ortaya koyuyor. Ama, asıl sorun da belki buradadır, bu çok kuram el altında olduğunda, yasa da çok olasılıkla ölçümsüz kestirilebilecektir. Özellikle Coulomb'un vermiş olduğu sonuç, çok az bilim adamını şaşırtmış gibi görünmektedir. Ölçümleri elektrik ve mıknatıs çekimleri üstüne kuvvetli bir onaşma meydana getirebilmek için gerekli olmakla birlikte –yapılmak zorundaydı bunlar, çünkü bilim kestirimlerle yaşamını sürdüremez–, birçok uygulamacı, çekim ve itim yasasının ters kare olması gerektiği sonucuna varmışlardı daha önceden. Kimileri, Newton'un genel çekim yasasına basit benzeşime dayanarak böyle yapmışlardı; başkaları, daha incelikle hazırlanmış kuramsal bir kanıtlama yoluyla; daha başkaları da, ikircikli verilerden yola çıkarak. Coulomb yasası, bulgulayıcı probleme dönmeden önce çok "sözde" idi. Varolmamış olsaydı, Coulomb da doğaya onu ortaya koydurtamayabilirdi.

Kanıtlamanın olası iki yanlış yorumu şimdi bir yana bırakılmalıdır. Birincisi, bu söylediğim doğruysa eğer, doğa, ölçümü yapan bilim adamınca kendisine yaklaşılırken ortaya konmuş olan kuramsal ön-hazırlıklara yanıt verecektir kuşkusuz. Ama bu demek değildir ki, doğa ya hiçbir kurama yanıt vermeyecektir ya da çok yanıt verecektir. Tarihsel açıdan tipik bir örnek olduğu için, ısıyla ilgili kalorik ve dinamik kuramlar arasındaki bağıntıyı yeniden inceleyelim. Bunların önceden varsaydıkları soyut yapılarında ve kavramsal kendiliklerinde, bu iki kuram çok farklıdır ve gerçekte birbiriyle bağdaşmaz durumdadır. Ama ikisinin bilimsel topluluğa bağlılık yarışına giriştiği yıllarda, bunlardan türetilebilen kuramsal öndeyiler çok yaklaşık olarak aynıydı.[30] Böyle olmasalardı, kalorik kuram mesleki araştırmada geniş çapta kabul edilen bir araç asla olamazdı; öte yandan, dinamik kurama geçişi olanaklı kılan problemlerin açıklanmasında da başarılı olamazdı. Bunun sonucu olarak, Delaroche ve Bérard' ınki gibi, bu kuramların birine "uyan" herhangi bir ölçüm, öbürüne de "çok yaklaşık olarak uymak" zorundadır ve doğa, "çok yaklaşık olarak" sözcük kümesinin kapsamış olduğu deney-

[30] Kuhn, "The Caloric Theory of Adiabatic Compression".

sel alan içinde yalnız, ölçüm yapanın kuramsal ön-hazırlığına karşılık verebilir.

Bu yanıt, "hiçbir kuram" ile olamazdı. Diyeceğim, mantık açısından olası öyle ısı kuramları vardır ama, aklıbaşında hiçbir bilim adamı, doğayı bunlara uydurmaya kalkışmaz hiçbir zaman; çoğu felsefi öyle sorunlar vardır ki, bu tür kuramları bulgulayıp incelemeyi zahmete değer kılar. Ama bunlar bizim problemimiz değildir, çünkü, sırf "tasarıda olan" bu kuramlar, uygulamacı bilim adamına açık seçmeler arasında bulunmaz. Onun işi, doğa üstüne bilinenlere uygun görünen kuramlarladır ve bu kuramların tümü, yapıları bakımından farklı olsalar da, birbirine çok benzeyen öndeyilenebilir sonuçlar veriyormuş gibi görüneceklerdir zorunlu olarak. Ölçümlerle her nasılsa ayırt edilebildiklerinde birbirinden, bu ölçümler el altındaki deneysel tekniklerin sınırlarını zorlayacaklardır genel olarak. Dahası, bu tekniklerin dayatmış olduğu sınırlar içinde, söz konusu olan sayısal ayrımlar, çoğu kez gayet küçük görüneceklerdir. Yalnız bu koşullar altında ve bu sınırlar içinde, doğanın ön-kavrayışa yanıt vereceği beklenebilir. Öte yandan bu koşullar ve sınırlar da, tarihsel durum içinde sadece tipik olurlar.

Yaklaşımımla ilgili olarak bu uzun konuşmam açık ise, ikinci olası yanlış-anlama daha kolayca çözülebilir. Fizik bilimlerinde verimli ölçüm için, çok yüksekçe gelişmiş bir kuram bütünlüğünün olağan olarak bir önkoşul olduğu üzerinde diretirsem, bu bilimlerde kuram her zaman deneye yol açmalıdır ve deneyin de çok kesin olarak ikinci bir rolü olmalıdır, diyormuş gibi görünebilirim. Ne var ki, böyle bir içerme, "deney" ile "ölçüm"ü özdeşleştirmeye bağlıdır; diyeceğim, daha önce açıkça bir özdeşleştirmeye bağlıdır. Kuramların doğayla anlamlı nicel karşılaştırılması bilimin gelişiminde böyle bir geç evrede geldiği içindir ki sadece, kuram böylece şaşmaz bir kılavuza sahipmiş gibi görünmüştür. Fizik biliminin ilk gelişim evrelerine egemen olan ve daha sonra da bir rol taşımayı sürdüren *nitel* denemeyi tartışmakta olsaydık, denge çok farklı olurdu. Belki o zaman bile deney kuramdan önce gelir demek istemezdik (deneyim kesinlikle önce gelse de), tersine, ikisi arasında sürüp giden diyalogda çok daha fazla bakışıklık ve süreklilik bulurduk herhalde.

Fizik biliminde ölçümün rolüyle ilgili vargılanmdan sadece birkaçı, geneldeki deney uygulamasına rahatça genelleştirilebilir.

Olağanüstü Ölçüm.

Bu noktada ben dikkati, doğa biliminin normal uygulamasında, diyeceğim, tüm bilim adamlarının çoğunlukla içinde bulunduğu ve birçok bilim adamının da her zaman girişmiş olduğu türden uygulamada, ölçümün rolü üzerinde topluyorum. Ne var ki, doğa bilimi de normal olmayan durumlar gösterir –araştırma tasarıları durmadan yolunu sapıttığı ve hiçbir bildik tekniğin bunları tamamiyle onaramadığı zamanlarda–, ve ölçüm de en büyük gücünü bu çok az karşılaşılan durumlarda gösterir. Özellikle, ölçüm, bilimsel araştırmanın normal olmayan bu durumlarıyla, bulgulamada ve doğrulamada arasıra büyük bir rol oynamayı başarır.

Ama ilkin bir "normal olmayan durum"la, ya da başka bir yerde bir "bunalım durumu" dediğim şeyle ne anlatmak istediğimi açıklayayım.[31] Daha önce de göstermiştim ki, bu, deney ile kuram arasındaki genelde uyumlu ilişkide bir aykırılığın farkedilmesine bilimsel topluluğun bir kesimince verilen yanıttır. Ama açık konuşalım, herhangi bir ya da her aykırılıkla ortaya çıkan bir yanıt da değildir o. Daha önceki sayfaların da gösterdiği gibi, günümüzde geçerli bilimsel uygulama, kuram ile deney arasında sayısız tutarsızlığı kapsar. Mesleğinin akışı içinde her doğa bilimi adamı; nitel ve nicel aykırılıklarla tekrar tekrar karşılaşır, bunları farketmez ve sürüp gittiklerinde de temelli bulgulama ile sonuçlanabilirler. Bu potansiyeldeki tek tek soyut tutarsızlıklar o denli düzenli bir biçimde kendilerini gösterir ki, bunların birçoğu durduğunda, hiçbir bilim adamı araştırma problemlerini bir sonuca bağlayamazdı. Her ne olursa olsun, deney sık sık göstermiştir ki, bu tutarsızlıklar sıkı bir araştırma ile ezici bir oranda yok olmaktadır. Araçların etkileri gibi görünebilirler, ya da daha önceden kuramda farkedilmemiş yaklaştırımlardan kaynaklanabilirler, ya da basit bir yolla ve gizemli bir biçimde,

---

[31] Bak. not 3.

deney biraz farklı koşullar altında yinelendiğinde ortada artık görünmeyebilirler. Birçok etkili çalışma yolu şu olmuştur bu yüzden: Problemin "ekşimiş" olduğuna, gizli karmaşalar gösterdiğine ve, bir başkasının lehine, onu bir kenara koymanın zamanı geldiğine karar vermektir. Belki iyi belki kötü, ama tutulacak sağlam bilimsel yol budur.

Ama bu aykırılıklar her zaman savuşturulamaz ve elbet savuşturulmamalıdır da. Benzeri problemlere uygulanabilir yerleşik "makul uyuşma" ölçüleriyle karşılaştırıldığında, etki özel bir biçimde büyük ise; ya da daha önce sık sık karşılaşılan öbür güçlüklere benziyormuş gibi görünürse; ya da kişisel sebeplerle, deneycinin dikkatini üzerine çekiyorsa, o zaman olasılıkla, ona özel bir araştırma tasansı ayırmak gerekecektir.[32] Bu noktadaki tutarsızlık, kuram ya da aygıtın bir ayarlamadan geçirilmesiyle belki kalkacaktır; çünkü, daha önce gördüğümüz gibi, sürekli çabaya uzun süre dayanabilir aykırılık çok azdır. Dayanabilir dayanmasına ama, o zaman da "bunalım"ın ya da "normal olmayan bir durumun" başlangıcıyla karşılaşılabilir; bu da olağan araştırma alanlarında sürekli tutarsızlık bulan kimseleri etkiler. Bunlar yaklaştırım ve araçlama için tüm başvuru yerlerini sonuna dek tüketmiş olduğundan, bir şeylerin aksadığını ve bilim adamları olarak davranışlarının buna göre değişeceğini tanımak zorunda kalırlar. Bu noktada, herhangi bir kimseden çok daha büyük ölçüde, bilim adamı rasgele araştırmaya başlar, güçlüğünün ne olduğunu akla yakınlıkla aydınlatabileceğini düşündüğü her şeyi dener. Bu güçlük uzun süre diretirse, kendisi de meslektaşları da, doğal olayların artık sorunsal olan dizisine bütün yaklaşımlarının bir bakıma çarpık olup olmadığını akıllarından geçirmeye başlarlar.

Son derece yoğunlaştırılmış ve şematik bir betimlemedir bu, elbet. Ne yazık ki, böyle de kalacaktır, çünkü, doğa bilimindeki bunalım durumu anatomisi, bu yazının çerçevesini aşmak-

---

[32] Bir aykırılığın sürdürülmesini belirleyen etkenlerin yakın bir örneği, Bernard Barber ile Renée C. Fox'ça araştırılmış bulunmaktadır, "The Case of the Floppy-Eared Rabbits: An Instance of Serendipity Gained and Serendipity Lost", *American Sociological Review* 64 (1958): 128-36.

tadır. Ben yalnız bu bunalımların çap bakımından çok değiştiğini belirteceğim: Bir bireyin çalışması içinde günyüzüne çıkabilir ve çözülebilirler; sık sık özel bir uzmanlığa girişmiş olanların çoğunu işe karıştırırlar; zaman zaman bütün bir bilimsel meslek üyelerinin bir çoğunu uğraştırırlar. Ama, etkileri ne denli yaygın olursa olsun, çözülebilecekleri birkaç yol vardır sadece. Kimi zaman, kimyada ve astronomide çoğunlukla olduğu gibi, çok incelmiş deneysel teknikler ya da kuramsal yaklaştırımların daha önce bir araştırılması, tutarsızlığı toptan giderir. Kimi zaman da, bunun sık sık olduğunu düşünmesem de, sık sık çözümlemenin karşısına çıkan bir tutarsızlık, düpedüz bilinen bir aykırılık olarak, kuramın daha başarılı uygulamalarının bütünlüğü içinde yuvalanmış olarak kalır. Ses hızı ve Merkür gezegeninin yörüngesinin güneşe en yakın noktasında gözlemlenen ileri doğru hareket (precession) o zamandan bu yana açıklanmış olsa da, bir buçuk yüzyıldan fazla bir süre, bilinen aykırılıklar olarak bilim literatüründe kalmış bulunan, apaçık etki örnekleridir. Ama daha başka kararlılık biçimleri de vardır ve bunlar, bilimdeki bunalımlara köklü ağırlık kazandırırlar. Bunalımlar, çoğun, yeni bir doğal görüngünün bulgulanmasıyla çözülürler; bunların çözümleri, arada bir de, elde bulunan kuramın kökten gözden geçirilmesini ister.

Açık konuşalım, bunalım bir önkoşul değildir doğa bilimlerindeki bulgulamada. Boyle'un yasası ya da Coulomb'un yasası gibi kimi bulgulamaların, daha önceden nitel olarak bilinenlerin nicel bir açıklaması gibi, doğal bir biçimde günyüzüne çıktığını zaten belirtmiştik. Nicel olmaktan çok, çoğunlukla nitel olan daha başka birçok bulgulama, sözgelimi teleskop, pil ya da siklotron gibi, yeni bir araçla ilk hazırlık araştırmasından doğar. Ayrıca, ün salmış "rasgele bulgulamalar" da vardır; Galvani ve kurbağa ayaklarının seğirmesi, Roentgen ve X ışınları, Becquerel ve dumanlaşmış fotoğraf plakları gibi. Ancak, son iki bulgulama ulamı, bunalımlardan her zaman bağımsız olamaz. Bir "kaza" nın başarılı kurbanını, çağdaşı olup da aynı olayı görmeden geçip gidenlerden en çok ayırt eden şey, geçerli kuramın ard-alanında büyük bir aykırılığı tanıma yeteneği olmalı herhalde. (Pasteur'ün ünlü sözünün bir anlamı da bu olmalı; "gözlemleme

alanında şans, sadece hazırlıklı olan bir zihne güler."[33]) Buna ek olarak, bulgulamaları artıran yeni parçasal teknikler de bunalımların yan-ürünleridir aslında çoğu zaman. Sözgelimi Volta'nın pili bulgulaması; Galvani'nin kurbağa bacakları üstüne gözlemlerini elde bulunan elektrik kuramıyla birleştirme yolunda uzun süreli bir girişimin sonucudur. Ve dahası, bir bakıma, tartışma götürebilir bu durumların üstünde, büyük sayıda bulgulama vardır ki, çok açık bir biçimde, daha önceki bunalımların sonucudurlar. Neptün gezegeninin bulgulanması, Uranus'un yörüngesinde bilinen aykırılıkları açıklamak için yapılan bir çabanın ürünüydü.[34] Hem klorun hem de karbon monoksidin yapısı, Lavoisier'nin yeni kimyasını gözlemle bağdaştırmak yolunda yapılan girişimlerle bulgulanmıştır.[35] Soy gazlar denilen gazlar, azotun ölçülü yoğunluğundaki küçük ama süregen bir aykırılık ile başlatılmış uzun bir dizi araştırmanın ürünüdürler.[36] Elektronlar, gazlar içinde elektrik iletkenliğinin kimi aykırı özelliklerini açıklayabilmek için konmuştu ortaya ve elektron spini de, atom spektrumunda gözlemlenen daha başka türde aykırılıkları açıklayabilmek için önerilmişti.[37] Nötrinonun bulgulanması da başka bir örnek sunar ve bu liste daha da uzatılabilir.[38]

---

[33] 1854'de Lille'de Pasteur'ün açılış nutkundan, René Vallery-Radot'nun *La vie de Pasteur* (Paris, 1903), s. 88'den aktarıldığı gibi.

[34] Angus Armitage, *A Century of Astronomy* (London, 1950), ss. 111-15.

[35] Klorin için bak. Ernst von Meyer, *A History of Chemistry from the Earliest Times to the Present Day*, Çev. G. M'Gowan (London, 1891), ss. 224-27. Karbon monoksit için bak. J. R. Partington, *A Short History of Chemistry*, 2. baskı, ss. 113-16, 140-41; ve J. R. Partington and D. McKie, "Historical Studies of the phlogiston Theory: IV. Last Phases of the Theory", *Annals of Science* 4 (1939): 365.

[36] Bak. not. 7.

[37] Elektronun bulgulanmasına yol açmış olan deneylerin yararlı bir incelenmesi için bak. T. W. Chalmers, *Historic Researches: Chapters in the History of Physical and Chemical Discovery* (London, 1891) ss. 187-217, ve J. J. Thomson, *Recollections and Reflections* (New York, 1937) ss. 325-71. Elektron spini için bak. F. K. Richtmeyer, E. H. Kennard ve T. Lauritsen, *Introduction to Modern Physics*, 5. Baskı (New York, 1955), s. 212.

[38] Rogers D. Rusk, *Introduction to Atomic and Nuclear Physics*, New York, 1958), ss. 328-30. Nötrinonun fiziksel araştırılmasının betimlemesini içine

Bu aykırılıktan-geçen-bulgulamalar doğa bilimlerinde istatiktiksel bulgulama araştırmasında ne denli büyük bir yer tutar bilemem kesinlikle.[39] Ama kuşkusuz önemlidirler ve bu bildirimimizde orantılı bir vurgulama yapılmasını gerektirirler. Ölçüm ve nicel teknik, bilimsel bulgulamada özellikle büyük bir rol oynadığı ölçüde, onlar da böyle yapacaktır kuşkusuz; çünkü, ortaya ciddi aykırılık çıkarmak yoluyla, bilim adamlarına ne zaman ve nerede yeni bir nitel olay aranılacağını söylerler. Bu olayın doğası konusunda genellikle hiçbir ipucu vermezler. Ölçüm kuramdan yola çıktığında, olasılıkla yalnız sayılar verecektir ve bunların yansız olmaları da, bir iyilik sağlayan öneriler kaynağı olarak, kendilerini özellikle kısırlaştıracaktır. Ne var ki, sayılar kuramdan yola-çıkışı öylesine bir yetke ve incelikle tescil ederler ki, hiçbir nitel teknik bunun eşini yapamaz ve bu yola-çıkış da bir araştırmayı başlatmak için yeterlidir. Uranus gibi Neptün de rastlantısal bir gözlemle bulgulanmıştır denebilir; gerçekten de o, onu daha önce gözlemlenmemiş bir yıldız saymış olan birkaç ilk gözlemci tarafından farkedilmişti. Üzerine dikkat çekmek ve nerdeyse tarihsel olaylar kadar kaçınılmaz olan bulgulanmasını gerçekleştirebilmek için, o zaman gerekli olan şey, varolan nicel gözlemde ve varolan kuramda, bir karışıklık kaynağı olarak onun yer almasıydı. Elektron spininin ya da nötrinonun başka bir yolla bulgulanabileceğini düşünmek de çok güçtür.

Yeni doğal olayların bulgulanmasından yeni, köklü kuramların üretilmesine döndüğümüzde, hem bunalımlarda ve hem de ölçümde durum hemen büyük ölçüde daha güçlenir. Bireyin kuramsal esin kaynakları derin araştırma konusu yapılamazsa da (bu yazıda kesinlikle öyle olması gerekir), esinin kendini göster-

---

alacak denli yakın zamanlarda çıkmış başka bir temel açıklama bilmiyorum.

[39] Bilimsel dikkat çoğun aykırılıkları ortaya çıkaran problemler üzerinde toplandığı için, aykırılık-yoluyla-bulgulama'nın egemen olması, bilimlerde eşzamanlı bulgulamanın yaygınlığını açıklayan bir neden olabilir. Tek bir kanıt olmayan bu kanıt için bak, T. S. Kuhn, "Conservation of Energy as an Example of Simultaneous Discovery", *Critical Problems in the History of Science,* Marshall Clagett bask. (Madison, 1959), ss. 321-56 (ss. 66-104 ve ötesi), ama unutmayınız ki, "dönüşüm süreçler"inin günyüzüne çıkışı konusunda burada söylenenlerin çoğu, kritik bir durumun evrimini de betimler.

diği koşullar böyle değildir. Doğa biliminde hiçbir köklü kuramsal yenilik bilmiyorum ki, çoğun mesleğin büyük bir kesiminde ortaklaşa olan ve o sıralarda tutulmakta olan kuramda bir şeylerin ters gittiğinin açık seçik kabulü, yeniliğin bildirilmesinden önce gelmesin. Ptoleme astronomisinin durumu, Copernicus'ün bildirisinden önce bir skandaldı.[40] Devinimin incelenmesine hem Galileo'nun ve hem de Newton'un katkıları, işin başında, eski ve Orta Çağ kuramında ortaya çıkarılan güçlükler üzerinde odaklaşmıştı.[41] Newton'un yeni ışık ve renk kuramı, varolan kuramın, spektrumun uzunluğunu açıklayamayacağının anlaşılmasından kaynaklanıyordu ve Newton'unkinin yerini alan dalga kuramı da, kırınım ile polarizasyonun Newton'un kuramıyla bağıntısındaki aykırılıklar üstüne büyüyen ilginin ortasında bildirilmişti.[42] Lavoisier'nin yeni kimyası, yanma olayında aykırı ağırlık

---

[40] Kuhn, *Copernican Revolution*, ss. 138-40, 270-71; A. R. Hall, *The Scientific Revolution, 1500-1800* (London, 1954), ss. 13-17. Bunalımı yoğunlaştırmakta takvim reformu kışkırtmasının rolüne dikkat özellikle.

[41] Kuhn, *Copernican Revolution*, ss. 237-60, ve Bibliyografyada, ss. 290-91'deki maddeler.

[42] Newton için bak. T. S. Kuhn, "Newton's Optical Papers", *Isaac Newton's Papers and Letters on Natural Philosophy*, I. B. Cohen baskısında (Cambridge, Mass., 1958) ss. 27-45. Dalga kuramı için bak, E. T. Whittaker, *History of the Theories of Aether and Electricity*, c. 1, *The Classical Theories*, 2. baskı (London, 1951) ss. 94-109 ve Whewell, *Inductive Sciences*, 2: 396-466. Bu göndermeler, Fresnel 1812'den sonra dalga kuramını bağımsız olarak geliştirmeye başladığında, optik bilimini belirginleştiren bunalımı açık seçik olarak gösterirler. Buna karşılık, Young'un 1801 içinde ve sonra dalga kuramını ilk savunmasından önce gelen bir bunalımı göstermekte, onsekizinci yüzyıl gelişmeleri hakkında pek az şey söylerler. Gerçekten, böyle bir bunalımın olduğu, en azından yeni bir bunalım olduğu hepten açık değildir. Newton'un parçacıksal ışık kuramı hiçbir zaman genelgeçer kabul edilmemişti ve Young'un ona ilk karşı çıkması genel olarak tanınmış ve çoğun daha önce işlenmiş olan aykırılıklardan temelleniyordu tümüyle. Sonuç olarak diyebiliriz ki, onsekizinci yüzyılın çoğu, optik biliminde düşük düzeyde bir bunalımla belirginleşiyordu; çünkü, başat kuram, köklü eleştiriye ve saldırıya karşı hiçbir zaman bağışıklık göstermez.

Burada üzerinde durulan konuyu ortaya koymak için bu yeterli olabilirdi; ama, onsekizinci yüzyılın optik literatürünün dikkatli bir incelenmesinin daha güçlü bir sonuç vereceğinden ben kuşkulanırım. Bu literatürün bütününe üstünkörü bir bakış, Newton'cu optik biliminin aykırılıklarının, Young'ın çalışmasın-

bağıntılarının gözlemlenmesinden sonra doğmuştu; termodinamik ise, elde bulunan ondokuzuncu yüzyılın iki fizik kuramının çarpışmasından, kuvantum mekaniği, siyah cisim ışıması, özgül ısı ve fotoelektrik etki'yi kuşatan çeşitli güçlüklerden doğmuştu.[43] Dahası, bunu göstermenin yeri burası olmasa da, Newton'un gözlemlemiş olduğu optik alanı dışında, bu güçlüklerin her biri, kendisini çözmüş olan kuram daha bildirilmeden önce (ama genellikle çok uzun zaman önce değil) bir ilgi kaynağı olmuştu.

Bundan ötürü, bir bunalım ya da "aykırı durum" doğa bilimlerinde *bulgulamaya* giden yolların yalnız biri olsa da, *köklü kuram buluşları* için bir önkoşul olduğunu söyleyeceğim onun. Dahası, genellikle kuramsal bir yenilikten önce gelen,

---

dan önceki iki onyılda, daha önce olduklarından daha açık ve ivedi olduklarını anlatır. 1780'lerde akromatik mercek ve prizmaların sağladığı olanaklar, güneş ile yıldızların bağıl devinimlerinin astronomik belirlenmesinde birçok öneri getirdiler. Whittaker'deki göndermeler (*Aether and Electricity*, 1: 109) doğrudan doğruya daha büyük bir literatüre yol açmaktadır. Ama bütün bunların hepsi, ışığın aynada havadakinden daha hızlı bir devinmesine bağlı bulunuyordu ve böylece eski bir çekişmeye yeni olanaklar sağlıyordu. Rahip Haüy ("İzlanda Spatının çift kırılması üstüne", *Mémoires de l'Académie*, 1788, ss. 34-60) Huyghens'in çift kırılmanın dalga-kuramsal işlemesinin Newton'un parçacıksal işlemesinden daha iyi sonuçlar verdiğini, deneysel bir yolla tanıtlıyordu. Sonuç olarak ortaya çıkan problem, 1808'de Fransız Akademisinde verilen ödüle ve böylece, aynı yılda Malus'ün yansıma yoluyla polarizasyon bulgulamasına yol açmıştı. Yine bunun gibi, 1796, 1797 ve 1798 *Philosophical Transactions'* ları da bir dizi makale içeriyordu, bunlardan ikisi Brougham'ca ve biri de Prévost'ca yazılmıştı ve Newton kuramındaki daha başka güçlüklere değiniyorlardı. Young'ın yaşamöykücüleri, daha önce adı geçen kitaplarda, Brougham'ın iki bildirisine göstermek zorunda olduklarından daha çok dikkat gösterebilirlerdi. Prévost'a göre özellikle, yansıma ile kırılmayı açıklamak için bir iç-yüzeydeki ışık üzerine etkimesi gereken kuvvet türleri, sapmayı açıklamak için gerekli olan kuvvet türleriyle bağdaşmaz nitelikte idi. (*Philosophical Transactions* 84 (1798): 325-28. Bunlar, düşünsel bir bağlanmayı sergilerler ki, bu da, *Edinburgh Review'* nun sayfalarında, Brougham daha sonraki dokunaklı saldırısını açıklayana kadar uzar gider.

[43] Richtmeyer, Kennard ve Lauritsen, *Modern Physics*, ss. 89-94, 124-32 ve 409-14. Siyah-cisim probleminin ve fotoelektrik etkinin daha temelli bir açıklaması, Gerald Holton'da bulunmaktadır, *Introduction to Concepts and Theories in Physical Science* (Cambridge, Mass, 1953), ss. 528-45.

gerçekten derinden bir bunalımın yaratılmasında, ölçümün, bilimsel ilerlemeye yapmış olduğu en büyük iki katkıdan birini yaptığından kuşkulanıyorum. Bir önceki paragrafta ortaya çıkarılmış olan aykırılıkların çoğu nicel idi ya da önemli bir nicel bileşeni vardı ve, konu bizi yine bu denemenin sınırları ötesine götürse de, bunun bir gerçek olması gereğini açıklayan çok güzel bir sebep vardır.

Yeni, doğal olayların bulgulanmasından farklı olarak, bilimsel kuramdaki yenilikler, daha önceden bilinenlerin toplamına salt birer ekleme sayılamaz. Nerdeyse her zaman (olgunlaşmış bilimlerde ise, her zaman), yeni bir kuramın kabulü, bir eskisinin reddini gerekli kılar. Bu yüzden, kuram dünyasında yenileşme, yapıcı olduğu kadar yıkıcıdır zorunlu olarak. Ne var ki, daha önceki sayfaların sık sık ortaya koymuş olduğu gibi, kuramlar, laboratuvar araçlarından daha da çok, bilim adamının özel uğraşının temel araçlarıdırlar. Onların sürekli yardımı olmadığında, bilim adamının yapmış olduğu gözlemler ve ölçümler bile, böyle her zaman bilimsel olamaz. Bundan dolayı, kurama yapılan bir tehdit, bilimsel yaşama yapılmış bir tehdittir ve, bilimsel girişim bu türden tehditlerle ilerlese de, tek kişi olarak bilim adamı, elinden geldiğinde, bunları gözardı eder. Özellikle, daha önceki çalışması, tehdit edilmiş kuramın kullanılmasına kendisini zaten bağlamış ise, bunları görmezlikten gelir.[44] Bunun sonucu olarak, eski uygulamaların yıkıcısı olan yeni kuramsal öneriler, artık ortadan kaldırılamayan bir bunalımın yokluğunda günyüzüne pek az çıkar, o da eğer çıkarsa.

Birbiriyle uzlaşabilen olağan çabaların tümüne direnmiş olan nicel bir aykırılıktan türemiş bir bunalım kadar ortadan kaldırılması güç bir bunalım yoktur. İlgili ölçümler bir kez yapıldıktan ve kuramsal yaklaştırımlar tam olarak araştırıldıktan

---

[44] Bir kuramla bir ilk deneyin bu etkisi için kanıt hem ünlü yenilikçilerin çok iyi bilinen ama uygun bir biçimde araştırılmamış olan gençliğiyle ve hem de genç insanların daha yeni bir kuramda toplanmak istemeleriyle sağlanabilir. Son olay için Planck'ın söylediklerini anmaya gerek yok. Aynı duygunun daha önceki ve özellikle dokunaklı bir değişkesi, *The Origin of Species*'in son bölümünde, Darwin'ce sağlanmış bulunmaktadır (Bak. 6. baskı [New York, 1889], 2: 295-96).

sonra, nicel bir tutarsızlık o derece devamlı bir biçimde sıkıcı olur ki, çok az nitel aykırılık bununla boy ölçüşebilir. Doğaları gereği nitel aykırılıklar, kendilerini gizleyecek olan kuramın *ad hoc* (belli bir amaç ve erekle – ç.n.) değişimlerini esinler genellikle ve bu değişimler bir kez önerildikten sonra da "yeterince iyi" olup olmadıklarını söylemenin yolu yoktur pek. Buna karşılık, yerleşik bir nicel aykırılık karışıklıktan başka bir şey telkin etmez, ama, en iyi durumda, önerilmiş olan çözümlerin uygunluğunu yargılamakta ustura gibi keskin bir araç sağlar. Bu konuda Kepler parlak bir durum ortaya koyar. Astronomiyi, Mars'ın devinimindeki keskin nicel aykırılıklardan kurtarmak için uzun savaşlar verdikten sonra, 8′ saniyelik yaya kadar, doğru bir kuram bulmuştu; Tycho Brahe'nin parlak gözlemlerinden haberi olmayan herhangi bir astronomu şaşırtacak ve hoşuna gidecek bir uyuşma ölçüsüydü bu. Ama uzun uzun deneylerden sonra, Kepler Brahe'nin gözlemlerinin 4′ saniyelik yaya kadar doğru olduğunu biliyordu. Tanrı, dedi, bize, Tycho Brahe'nin kişiliğinde en akıllı gözlemciyi bağışlamıştı, işte bu yüzden, gerçek göksel devinimleri bulabilmemiz için, gönül borçluluğu duyu duya, bu bağıştan yararlanmamız doğru olacaktır. Kepler daha sonra, dairesel olmayan şekilleri hesaplamaya girişti. Bu denemelerin sonucu, ilk iki gezegensel devinim yasası doğmuştu, Copernicus dizgesini ilk kez işleten yasalar yani.[45]

İki kısa örnek, nitel ve nicel aykırılıkların diferansiyel etkililiğini açıklığa kavuşturacaktır sanırım. Anladığımız kadarıyla, Newton yeni ışık ve renk kuramına Güneş spektrumunun şaşırtıcı uzamasının gözlemlenmesiyle yönelmişti. Yeni kuramın karşısında olanlar, uzamanın bulunduğunun daha önce de bilinmekte olduğunu ve eldeki kuramla işlenebileceğini belirtmişlerdi hemen. Nitel açıdan çok da haklıydılar. Ama Snell'in nicel kırılma yasasından (üç onyıldan daha az bir zamandır bilim adamlarının yararlandığı bir yasadan) yararlanarak, Newton, eldeki kuramca öngörülen uzamanın, nicel bakımdan, gözlemlenmiş olandan çok daha küçük olduğunu gösterebilmişti. Bu

[45] J. L. E. Dreyer, *A History of Astronomy From Thales to Kepler*, 2. Baskı (New York, 1953), ss. 385-93.

nicel tutarsızlık üzerine, uzama ile ilgili daha önceki tüm nitel açıklamalar da çökmüştü. Nicel kırılma yasasına göre, Newton'un son ve, bu sorunda, çok hızlı utkusu sağlanmış bulunuyordu.[46] Kimyanın gelişimi de başka bir çarpıcı örnek daha koymaktadır ortaya. Lavoisier'den çok önce de herkesçe bilinmekteydi ki, kimi metaller yakıldıklarında (diyeceğim kızgın hale getirildiklerinde) bir ağırlık kazanmaktadır. Ayrıca, onsekizinci yüzyıl ortalarında, bu nitel gözlemin, en azından flojiston kuramının en basit değişkeleriyle bile bağdaşmadığı kabul ediliyordu; diyeceğim, yanma sırasında metalden flojiston *çıktığını* öngören bir kuramla bağdaşmadığını. Ne var ki, tutarsızlık nitel kaldığı sürece, çeşitli yollarla kendini gösterebiliyordu: Belki flojistonun olumsuz bir ağırlığı vardı ya da belki ateş parçacıkları kızgın metalde yerleşip kalıyorlardı. Daha başka söylentiler de vardı ve bunların hepsi birleşince, nitel problemin ivediliği azalıyordu. Bununla birlikte, pnömatik tekniklerin gelişmesi, nitel aykırılığı nicel bir aykırılığa dönüştürmekteydi. Lavoisier'nin elinde, ne denli ağırlık kazanıldığını ve bunun nereden geldiğini gösteriyorlardı. Flojiston kuramını tutanlar, coşkulu ve ustaca bir savaş vermiş olsalar da, nitel kanıtlamaları gerçekten inandırıcı olsa da, Lavoisier kuramının nicel kanıtları, ezici üstünlüklerini yine göstermekteydiler.[47]

Bu örnekler, yerleşik nicel aykırılıkları saptırmanın nasıl güç bir iş olduğunu göstermek ve bunların, kaçınılmaz yerleşik bi-

---

[46] Kuhn, "Newton's Optical Papers", ss. 31-36.

[47] Bu biraz aşırı bir sadeleştirme oldu, çünkü Lavoisier'nin yeni kimyası ile karşıtları arasındaki kavga gerçekten yanma sürecinden daha çok bir şeyi içermekteydi ve ilgili kanıtın bütün boyutu salt yanma çerçevesinde işlenemez. Lavoisier'nin kanıtları üstüne yararlı ve temel açıklamalar J. B. Conant'da bulunabilir. *The Overthrow of Phlogiston Theory,* Harvard Case Histories in Experimental Science, case 2 (Cambridge, Mass, 1950) ve D. McKie'de, *Antoine Lavoisier: Scientist, Economist, Social Reformer* (New York, 1954). Maurice Daumas, *Lavoisier, théoricien et expérimentateur* (Paris, 1955) son zamanlarda bilgince en iyi eleştiridir. J. H. White, *The Phlogiston Theory* (London, 1932) ve özellikle J. R. Partington ve D. McKie, "Historical Studies of the Phlogiston Theory: IV. Last Phases of the Theory," *Annals of Science* 4 (1939): 113-49, eski ile yeni kuram arasındaki çatışma ile ilgili birçok ayrıntı verir.

limsel bunalımlardaki nitel aykırılıklardan ne denli çok daha etkili olduğunu belirtmek için getirilmişlerdir. Ama bu örnekler ayrıca başka bir şeyi de ortaya çıkarıyorlar. İki kuram arasındaki savaşta ölçümün son derece güçlü bir silah olabileceğini ve, sanırım bunun da onun ikinci ve apayrı bir önem taşıyan işlevi olduğunu gösteriyorlar. Dahası, biz "doğrulama" sözcüğünü onun bu işlevine –kuramlar arasında seçme yapmaya yardım işlevine– ve yalnızca ona ayırmalıyız. Ayırmalıyız, diyeceğim ama, "doğrulama" sözcüğü bilim adamlarının her zaman yaptığına benzer bir çalışma tarzını bildirmeye yönelik ise eğer. Bir aykırılığı sergileyen ve böylece bir bunalım yaratan ölçümler, bilim adamını bilimi bırakmaya ya da dikkatini çalışmalarının başka bir kesimine aktarmaya ayartabilir. Ama, olduğu yerde kalırsa, nicel ya da nitel aykın gözlemler, *bir başkası onun yerini almak için önerilinceye değin* kuramını bırakmaya onu kandıramayacaklardır. Tıpkı, zanaatine bağlı kalan bir dülgerin, içinde özel bir çiviyi çakmaya elverişli bir çekiç bulundurmadığı için araç çantasını işe yaramaz diye bir yana atamadığı gibi, bilim uygulayıcıları da, bir uygunsuzluk duyulduğu için yerleşik kuramı gereksizdir deyip bir kenara atamaz. En azından işi yapabilmek için başka bir yol gösterilinceye dek. Bilimsel uygulamada gerçek doğrulama sorunları her zaman iki kuramın birbiriyle ve dünya ile karşılaştırılmasını işe karıştırır, tek bir kuramın dünya ile karşılaştırılmasını değil. Bu üç-yollu-karşılaştırmalarda ölçümün özel bir üstünlüğü vardır.

Ölçümün üstünlüğünün nerede olduğunu anlamak için bu denemenin sınırları ötesine; kısaca ve, dolayısıyla, dogmatik bir biçimde, bir kez daha geçmem gerekiyor. Bir öncekinden bir sonraki kurama geçiş sırasında, çoğun, bir açıklama gücünden kazanç olduğu kadar bir de yitirme olur.[48] Newton'un gezegensel ve atış devinimi kuramı; önde gelen rakiplerinden farklı olarak, cisimler üzerine uzaktan ve doğrudan doğruya etkiyebilen açık-

[48] Bu nokta 3. notta değinilen gönderme için esastır. Gerçekten, kazançlar ile kayıpları dengeleme zorunluluğudur bu büyük ölçüde ve kuram değişikliklerini birer "devrim" gibi betimlemeye fırsat yaratan da, uygun bir denge üstüne anlaşmazlıklardan sık sık çıkan tartışmalardır.

lanamaz bir kuvvetin işe karıştırılmasını gerektirdiği için, bir kuşaktan fazla bir zaman savaşım vermişti. Sözgelimi, Karteziyen kuramı, ağırlığı, temel parçacıklar arasındaki doğrudan çarpışmalar çerçevesinde açıklamaya girişmişti. Newton'u kabul etmek, böyle bir açıklama olanağından vazgeçmek anlamına geliyordu ya da Newton'un hemen arkasından gelenlerin çoğuna böyle görünüyordu.[49] Yine bunun gibi, tarihsel ayrıntı daha ikircikli olmakla birlikte, Lavoisier'nin yeni kimya kuramına, onun kimyayı önde gelen geleneksel bir işlevden –maddelerin nitel özelliklerinin kendilerini oluşturan kimyasal "ilkelerin" özel birleşmesi çerçevesinde açıklanmasından– yoksun bıraktığını sanan birçok kimse karşı çıkmıştı.[50] Her bir durumda da yeni kuram utkuluydu; ama, utkunun bedeli, eski ve kısmen gerçekleşmiş bir amacın terkedilmesi demekti. Onsekizinci yüzyılın Newton'cuları için yerçekiminin nedenini sormak, "bilimdışı" bir davranış olmuştu; ondokuzuncu yüzyıl kimyacıları da özel niteliklerin nedenlerini giderek sormaz olmuşlardı. Ama daha sonraki deney göstermiştir ki, bu sorunlarla ilgili *içkin olarak* "bilimdışı" bir şey yoktur. Genel görelilik kuramı, gravitasyonel çekimi açıklamaktadır ve kuvantum mekaniği de maddelerin nitel karakteristiklerinin çoğunu açıklamaktadır. Kimi cisimleri sarı ve kimilerini de saydam gösteren şeyi artık biliyoruz. Ama, bu çok önemli kavrayışın kazanılmasında bilimsel araştırmanın sınırları üstüne, kimi bakımlardan, eski bir kavram(lar) dizisine dönmek zorunda kalmıştık. Çağdaş bilimin klâsik kuramlarının

---

[49] Cohen, *Franklin and Newton*, böl. 4; Pierre Brunet, *L'introduction des théories de Newton en France au XVIII^e siècle* (Paris, 1931).

[50] Kimyanın bu geleneksel görevi için bak. E. Meyerson, *Identity and Reality*, çev. K. Lowenberg (London, 1930), böl. 10, özellikle ss. 331-36. Birçok esaslı süreç, Hélène Metzger'in yapıtında dağınık halde bulunmaktadır, *Les doctrines chimiques en France du début du XVII^e siècle à la fin du XVIII^e siècle*, C. 1 (Paris, 1923) ve, *Newton, Stahl, Boerhaave, et la doctrine chimique* (Paris, 1930). Maden cevherlerine metallerin flojiston eklenmesiyle birleşip oluştukları temel maddeler gözüyle bakan flojistonistlerin, metallerin, oluştukları maden cevherlerinin olduğundan niçin daha çok birbirine benzer olduklarını açıklamalarına özellikle dikkat ediniz. Bütün metallerin ortaklaşa bir ilkesi vardır: Flojiston. Lavoisier kuramıyla böyle bir açıklamanın yolu yoktur.

kavranılmasında bırakılması gereken problemler ve çözümler, büyük ölçüde bizimle birliktedir yine.

Bilimlerde uygulanageldikleri biçimdeki doğrulama yolları üstüne inceleme, bundan ötürü, çoğu zaman bilim adamlarının daha özel üstünlükler kazanabilmek için vazgeçecekleri ya da geçmeyecekleri şeyler üstüne incelemedir. Bu problem daha önce nerdeyse hiç dile getirilmemişti. Bu yüzden, daha tam bir araştırılmasının ortaya çıkarabileceğini pek kestiremiyorum. Ama salt izlenimlere dayalı bir inceleme, önemli bir yargıyı kuvvetle duyurmaktadır. Bir önceki kuramdan daha sonrakine geçişin doğurduğu bir sonuç olarak, nicel bir doğruluk yitimi ortaya koyan hiçbir durum göremiyorum bilimin gelişiminde. Ayrıca, coşkular ne denli ateşli olursa olsun, içinde, daha önce niceleştirilmiş bir alanda daha büyük sayısal bir doğruluk araştırmasının "bilimdışı" diye nitelenebileceği, bilim adamları arasında geçen bir tartışmayı da aklımdan geçiremiyorum. Belki de bilimsel bunalım yaratmada kendilerini özellikle etkili kılan aynı sebeplerden ötürü, sayısal öndeyilerin karşılaştırılması, *elde edilebildikleri yerde,* bilimsel çekişmeleri sona erdirmekte apayrı bir başarı göstermiştir. Bilimin, yöntemlerinin ve amaçlarının yeniden belirlenmesinde bedel ne olursa olsun, bilim adamları kuramlarının sayısal başarısını tehlikeye atmakta her zaman gönülsüz kalmışlardır. Belki daha başka dilekler de vardır, ama, çatışma durumunda, ölçümün hep yengili kalacağından kuşkulanılır.

Fizik Biliminin Gelişiminde Ölçüm

Bu noktaya değin ölçümün fizik biliminde temel bir rol oynadığına kesin gözüyle baktık ve bu rolün ne olduğu ile özel etkililiğinin nedenlerini soruşturduk. Şimdi, bir ölçüde tam olan bir yanıtı önceden bildirmek çok güç olsa da, fizik biliminin nicel teknikleri kullanma yoluna nasıl girdiğini araştırmamız gerekiyor. Bu büyük ve olgusal sorunu ele gelir bir şekle sokabilmek için, tartışma konusu olarak, daha önce söylenmiş olanlara özel bir biçimde yakından bağlı bir yanıttan parçalar seçiyorum yalnızca.

Önceki tartışmanın yinelenen bir içermesi şuydu: Hem görgüsel ve hem de kuramsal olarak birçok nitel araştırma, belli bir araştırma alanının verimli nicelleştirilmesinin normal önkoşuludur. Böyle bir ön çalışma olmadığında, yöntembilimsel buyruk "Haydi ileriye git ve ölç", sadece zaman israfına bir çağrı gibi görünür. Eğer bu konudaki kuşkular giderilemez de olduğu gibi kalırsa, değişik fizik bilimlerinin günyüzüne çıkmasında nicel tekniklerin oynamış olduğu rol kısaca gözden geçirilmekle çabucak giderilebilirler. Şimdi de onyedinci yüzyılda özeklenmiş olan Bilimsel Devrimde bu gibi tekniklerin hangi rolü oynadıklarını sormakla işe başlamama izin verin.

Şimdi her yanıt şematik olmak gerektiğinden, onyedinci yüzyıl boyunca araştırılmış olan fizik bilimi alanını iki gruba ayırmakla işe başlıyorum. Geleneksel bilimler diye etiketlenebilecek olan birincisi, astronomi, optik ve mekanikten ibarettir ve bunların hepsi, Antikite'de ve Orta Çağ boyunca nicel ve nitel büyük gelişim kazanmış olan alanlardır. Bu alanlar, benim Bacon'cı bilim adını verebileceğim bir şeyle, diyeceğim, *bilim(ler) olarak* statülerini, onyedinci yüzyıl doğa filozoflarının belirgin bir biçimde deneyleme üzerinde durmalarına ve, zanaatların tarihi de içinde olmak üzere, doğal tarihlerin derlenmesine borçlu olan yeni bir araştırma alanları kümesi ile karşıt bir durumda olacaklardır. Isı, elektrik, manyetizma ve kimya incelemesi bu ikinci gruba girer özellikle. Yalnız, kimya Bilimsel Devrimden önce çok araştırılmıştır ve onu işlemiş olan kişiler, hemen her zaman, ya zanaatçılar ya da simyacılardır. Zanaatın birkaç İslâm uygulayıcısını ayrık tutarsak, usa dayalı ve dizgeli kimya geleneğinin ortaya çıkışı, geç onaltıncı yüzyıldan daha erken bir tarihe bağlanamaz.[51] Manyetizma, ısı ve elektrik, bağımsız bilimsel inceleme konusu olarak çok daha yavaş günyüzüne çıkmışlardır. Hatta kimyadan daha açık seçik olarak, "yeni felsefe" içindeki Bacon'cı öğelerin yeni yan ürünleridirler.[52]

---

[51] Boas, *Robert Boyle*, ss. 48-66.

[52] Elektrik için bak, Roller and Roller, *Concept of Electric Charge*, ve Edgar Zilsel, "The Origins of William Gilbert's Scientific Method", *Journal of the History of Ideas* (1941): 1-32. Zilsel'in elektrik biliminin doğmasında bir tek

Geleneksel'in Bacon'cı bilimlerden kopup ayrılması, önemli bir çözümleme aracı getirmiştir; çünkü, fizik bilimlerindeki üretken ölçüm örnekleri için Bilimsel Devrime bakan kişi, bunları yalnız birinci kümede bulacaktır. Ayrıca, belki daha da aydınlatıcı olmak üzere, bu geleneksel bilimlerde bile ölçüm, iyi-bilinen araçlarla yapılabildiği ve çok yakından geleneksel kavramlara uygulandığı anda, çoğu zaman etkili olmuştu gerçekten. Sözgelimi, astronomide bağlayıcı nicel katkıyı, Tycho Brahe'nin Orta Çağ araçlarıyla takımını daha genişletmesi ve daha ölçülü bir biçime getirmesi yapmıştı. Onyedinci yüzyılın karakteristik yeniliği olan teleskop, yüzyılın son üçte birine varıncaya değin nicel yolla çok az kullanılmıştı ve nicel kullanım da, 1729'da Bradley'in sapma bulgulamasına varıncaya, astronomi kuramı üzerinde hiçbir etkide bulunmamıştı. Bu bulgulama bile soyutta kalıyordu. Yalnız onsekizinci yüzyılın ikinci yarısı boyunca Astronomi, teleskopun olanak sağlamış olduğu nicel gözlemlemede çok büyük iyileşmelerin tam etkilerini duymaya başlamıştır.[53] Yine bunun gibi, daha önce de gösterildiği üzere, onyedinci yüzyılın yeni eğik düzlem deneyleri, kendi başına düzgün ivme yasasına kaynaklık edecek kerte, yeterli derecede doğru değillerdi nerdeyse. Onların asıl önemli yanı –ki onlar son derece önemlidirler–, bu gibi ölçümlerin serbest düşme ve eğik atış problemleriyle ilgileri bulunabileceği görüşüdür. Bu görüş, hem devinim fikrinde ve hem de onun çözümlenmesiyle ilgili tekniklerde köklü bir değişikliği içerir. Ama açıktır ki, işlenmesi için gerekli ikinci dereceden kavramların bir çoğu Archimedes'in ve iskolastik devinim çözümleyicilerinin

---

etkenin önemini ve, içerme yoluyla, Bacon'cılığın önemini abarttığı duygusunu taşıyanlarla beraberim, ama betimlediği işçilik etkileri, akla uygun bir yolla bir yana bırakılamaz. Onsekizinci yüzyıldan önce ısı bilimi üzerinde de yine doyurucu bir tartışma yoktur, ama Wolf (*Sixteenth and Seventeenth Centuries*, ss. 82-92 ve 275-81) Bacon'cılığın oluşturduğu dönüşümü örnekleyecektir.

[53] Wolf, *Eighteenth Century*, ss. 102-45, ve Whewell, *Inductive Sciences*, 2: 213-371. Özellikle sonuncusunda, iyileştirilmiş araçlandırmadan ileri gelen ilerlemeleri, iyileştirilmiş kuramdan ileri gelenlerden ayırmaktaki güçlüğe dikkat ediniz. Bu güçlük birincil olarak Whewell'in sunuş biçiminden ileri gelmemektedir.

yapıtlarında, en azından, gelişmiş embriyonlar olarak bulunmasaydı, böyle bir görüş de hiç evrimleşemezdi.[54] Burada da yine nicel çalışmanın etkililiği uzun süreden beri varolan bir önceki geleneğe bağlanmaktadır.

En iyi test durumunu, benim geleneksel bilimlerimin üçüncüsü, optik bilim sağlamıştır belki. Bu alanda, onyedinci yüzyılda gerçek nicel çalışma hem yeni ve hem de eski araçlarla yapılmaktaydı ve çok iyi bilinen olaylar üstüne eski araçlarla yapılan araştırma çok önemli olmuştu. Bilimsel Devrim sırasında optik kuramının yeniden formülasyonu, Newton'un prizma deneyleri üzerinde döner ve bunların da birçok nitel öncülü bulunmaktadır. Newton'un yeniliği, iyi bilinen nitel etkinin nicel çözümlenmesiydi ve bu çözümleme de yalnız Newton'un çalışmalarından birkaç onyıl önce, Snell'in kırılma yasası bulgusuyla olanak kazanmıştı. Bu yasa, onyedinci yüzyıl optik biliminde, yaşamsal nicel bir yeniliktir. Ama, Ptoleme'nin zamanından bu yana bir dizi parlak araştırmacının el atmış olduğu bir yasaydı ve bunların hepsi de Snell'in kullanmış olduğu aygıta çok benzeyen bir aygıt kullanmışlardı. Kısacası, Newton'un yeni ışık ve renk kuramına götüren araştırma, özünde geleneksel yapıda idi.[55]

Ne var ki, onyedinci yüzyıl optik biliminde birçok şey hiç de geleneksel değildi. Girişim, kırınım ve ikili kırılma, hepsi, Newton'un *Optiks*'inin yayınlanmasından yarım yüzyıl önce ilk kez bulgulanmıştı; hepsi de beklenmedik olaylardı; ve hepsi de Newton'ca biliniyordu.[56] İkisi üzerinde Newton dikkatli nicel araştırmalar yapmıştı. Ama bu yeni türden olayların optik kuramı üzerindeki gerçek etkisi, bir yüzyıl sonra, Fresnel ve Young'ın çalışmasına değin çok az duyulmuştu. Newton, girişim etkileri üs-

---

[54] Galileo öncesi çalışma için bak. Marshall Clagett, *The Science of Mechanics in the Middle Ages* (Madison, Wis., 1959), özellikle 2. ve 3. bölümler. Galileo'nun bu çalışmayı kullanışı için bak Alexandre Koyré, *Etudes galiléennes*, 3 C. (Paris, 1939), özellikle 1. ve 2. ciltler.

[55] A. C. Crombie, *Augustine to Galileo* (London, 1952), ss. 70-82. ve Wolf, *Sixteenth and Seventeenth Centuries*, ss. 244-54.

[56] Wolf, *Sixteenth and Seventeenth Centuries*, ss. 254-64.

tüne parlak bir hazırlık kuramı geliştirebilecek durumda olmasına karşın, ne kendisi ne de hemen arkasından gelenler, kuramın yalnız dik açılı gelen ışınla ilgili sınırlı durumda nicel deneyle uyuştuğunu bile kaydetmemişlerdi. Newton'un kırınım ölçümleri sadece çok nitel bir kuram meydana getirmişti ve çift kırılma konusunda kendi başına nicel bir çalışmaya bile girişmemişti sanki. Hem Newton ve hem de Huyghens, olağanüstü ışın kırılmasını yöneten matematiksel yasaları bildiriyorlardı ve ayrıca Huyghens dairesel bir alın dalgasının genişlemesini gözönüne alarak, bu davranışın nasıl açıklanacağını gösteriyordu. Ne var ki, matematiksel tartışmaların hepsi de, dağınık kuşkulu doğruluğun nicel verilerinin, büyük, aşırı genellemelerini işe katıştırıyordu. Nicel deneyler, çok farklı bu iki matematiksel formülasyon arasında ayrım yapılabileceğini tanıtlamadan önce, nerdeyse bir yüzyıl geçip gitmişti.[57] Bilimsel Devrim sırasında bulgulanan daha başka optik olaylarla olduğu gibi, onsekizinci yüzyılın çoğu, bir ek araştırmaya ve nicel araştırma için önkoşul olan bir araç donanımına gereksinim duyuyordu.

Bilimsel Devrim boyunca eski araçlara pek az, ama iyi işlenmiş kavramlara daha da az sahip olan Bacon'cı bilimlere dönersek şimdi, nicelleştirme işleminin daha da yavaş ilerlediğini görürüz. Onyedinci yüzyılda birçok yeni araç bulunsa da, bunların birçoğu nicel ve öbürleri potansiyel olarak öyle olsa da, salt yeni barometrenın yeni inceleme alanlarına uygulanması önemli nicel düzenlilikler çıkarmıştı ortaya. Ama barometre bile düpedüz ayrıksı bir durumdur; çünkü, pnömatik bilimi, diyeceğim onun uygulama alanı, çok daha eski bir alanın, hidrostatik biliminin kavramlarını *en bloc* (toptan – ç.n.) kullanabiliyordu. Torricelli'nin de yazdığı gibi, barometre, "hava

---

[57] Onyedinci yüzyıl çalışması için (Huyghens'in geometrik kurgusu da içinde olmak üzere) bak Agy. Bu olayların onsekizinci yüzyıldaki araştırılmaları çok az incelenmiştir, ama bilinenler için bak. Joseph Priestley, *History... of Discoveries Relating to Vision, Light, and Colours* (London, 1972), ss. 277-316, 498-520, 548-62, Çift kırılma üzerine daha belgin çalışmalar üstüne bildiğim ilk örnekler şunlardır: R. J. Haüy, "Sur la double réfraction du Spath d'Islande" (bak no: 42) ve W. H. Wollaston, "On the Oblique Refraction of Iceland Crystal", *Philosophical Transactions* 92 (1802): 381-86.

öğesi okyanusunun dibinde"ki basıncı ölçüyordu.[58] Manyetizma alanında onyedinci yüzyılın yegâne önemli ölçümleri, diyeceğim, manyetik sapma ve manyetik eğilme ölçümleri, geleneksel pusulanın şu ya da bu değişik şekliyle yapılmıştı. Daha köklü bir nicelleşme için, manyetizma da elektrik gibi, Coulomb'un, Gauss'un, Poisson'un ve geç onsekizinci yüzyıl ile erken ondokuzuncu yüzyılda daha başkalarının çalışmalarını bekledi. Bu işin yapılabilmesinden önce, çekim, itim, iletkenlik ve benzeri görüngülerin daha nitelikli bir biçimde kavranmasına gereksinim vardı. Uzun süreli bir ölçme eyleminin meydana getirmiş olduğu araçlar, bu başlangıçta zihinde bulunan nitel görüşlerle dizaynlanmak durumundaydı o zaman.[59] Dahası, sonunda başarının gerçekleştiği onyıllar, kimya ve ısı incelemesinde, ölçüm ile kuram arasındaki ilk fiili temaslan yaratmış olan yıllarla hemen nerdeyse aynıydı.[60] Bacon'cı bilimlerin başarılı nicelleştirmeleri, onsekizinci yüzyılın son üçte birinden önce şöyle böyle başlamıştı ve tam potansiyelini de sadece ondokuzuncu yüzyılda gerçekleştirmişti. Fourier'nin, Clausius'un, Kelvin'in ve

---

[58] Bak. I. H. B. ve A. G. H. Spiers, *The Physical Treatises of Pascal* (New York, 1937), s. 164. Bu kitap, on yedinci yüzyıl Pnömatik biliminin, hidrostatikten gelen kavramlara nasıl üstün geldiğini sergiler.

[59] Elektrik biliminin ilk matematikselleştirilmesi ve nicelleştirilmesi için bak. Roller and Roller, *Concept of Electric Charge*, ss. 66-80; Whittaker, *Aether and Electricity*, 1: 53-66; ve W. C. Walker, "The Detection and Estimation of Electric Charge in the Eighteenth Century", *Annals of Science* 1 (1936): 66-100.

[60] Isı için bak. Douglas McKie ve N. H. de V. Heathcote, *The Discovery of Specific and Latent Heats* (London, 1935). Kimyada "ölçüm ile kuram arasında ilk fiili temaslar" için bir tarih saptama olanağı yok gibidir. Hacim ya da ağırlık ölçümleri her zaman kimyasal reçete ve yazıların bir öğesidirler. Onyedinci yüzyılda, sözgelimi Boyle'un çalışmasında, ağırlık kazancı ya da kaybı, çoğun özel tepkimelerin kuramsal çözümlenmesi için bir ipucu olmuştu. Ama onsekizinci yüzyılın ortasına varıncaya, kimyasal ölçümün önemi her zaman ya betimsel (tanımlarda olduğu gibi) ya da nitel (büyüklüğüne önemli bir gönderme yapmaksızın, bir ağırlık kazancını tanıtlamasında olduğu gibi) olmuş gibi görünmektedir. Yalnız Black'in, Lavoisier'nin ve Richter'in çalışmasında, ölçüm, kimyasal yasalar ile kuramların gelişiminde tam bir nicel rol oynamaya başlar. Bu insanlara ve yapıtlarına bir giriş yapmak için bak. J. R. Partington, *A Short Story of Chemistry*, 2. baskı, ss. 93-97, 122-28 ve 161-63.

Maxwell'in yapıtında örneklenmiş olan bu gerçekleşme, onyedinci yüzyıl devriminden hiç de daha az önemli olmayan, ikinci bir bilimsel devrimin bir yüzünü oluşturur. Bacon'cı fizik bilimleri, geleneksel bilimler grubunun iki ya da daha çok yüzyıl önce yaşamış olduğu dönüşümle yalnız ondokuzuncu yüzyılda karşılaşmıştır.

Profesör Guerlac'ın bildirisi kimyaya ayrılmış olduğundan ben de elektriksel ve manyetik olayların ölçülmesine çıkarılan engellerin kimisini daha önce kabaca belirttiğimden, daha kapsamlı biricik örneğimi ısının incelenmesinden alıyorum. Ne yazık ki, böyle bir taslağın temellendireceği araştırmanın çoğu henüz yapılmış değildir, beklemektedir. Dolayısıyla buradan çıkan sonuç, zorunlu olarak, daha önce geçene göre daha kuşkuludur.

Termometreleri işe karıştıran ilk deneylerin çoğu, *onunla* yapılan araştırmalardan çok, bu yeni araç *üstüne* araştırmalar gibi okunur. Termometrenin ölçtüğü şeyin tümüyle karanlık olduğu bir dönemde durum daha başka nasıl olabilirdi? Termometre okumaları "ısı derecesi"ne bağlıdır açıkça ama, son derece karmaşık yollarla. "Isı derecesi" uzun bir süre duyularla belirlenmişti ve duyular, aynı termometrik okumaları veren cisimlere çok farklı yanıtlar veriyordu. Termometre deneysel bir konudan çok, kuşkusuzca bir laboratuvar aracı olmadan önce, termometrik okuma "ısı derecesi"nin doğrudan ölçüsü gibi görülmek; duyum da, aynı zamanda, birçok farklı parametreye bağlı, karmaşık ve ikircikli bir olay gibi karşılanmak durumundaydı.[61]

Bu kavramsal yeniden yönlendirme, onyedinci yüzyıl sonundan önce, birkaç bilimsel çevrede en azından tamamlanmış gibi görünüyor ama, bunun sonucu olarak hiçbir hızlı nicel düzenlilik bulgulamasına rastlanmıyor. İlkin, bilim adamları, "ısı

---

61 Maurice Daumas (*Les instruments scientifiques aux XVII^e et XVIII^e siècles*, Paris, 1953, ss. 78-80), bir bilimsel araç olarak termometrenin yaygınlaşmasındaki ağır evrelerin güzel, kısa bir açıklamasını verir. Robert Boyle'un *New Experiments and Observations Touching Cold*' u, onyedinci yüzyıl boyunca, özellikle kurulmuş termometrelerin, ısı ölçümlerinde, her ikisi ayrı ayrı sonuçlar verse de, yine duyuların yerini alması gerektiğini tanıtlama yolundaki gerekliği gösterir. Bak. *Works of the Honourable Robert Boyle*, T. Birch baskısı, 5 C. (London, 1744) 2: 240-43.

derecesi"ni bir yandan "ısı niceliği" ve öte yandan "sıcaklık" diye ikiye bölme zorunluluğuyla karşılaşmışlardı. Buna ek olarak, sıkı bir araştırma yapabilmek için, eldeki ısıl olayların sonsuz çokluğundan, nicel yasayı kolayca ortaya çıkarabilecek olanları seçip ayırmak zorunda kalmışlardı. Bunların da sayıca iki adet olduğu anlaşılmıştı: Başlangıçta farklı sıcaklıklardaki tek bir akışkanın iki bileşenini birbirine karıştırmak ve, özdeş kaplarda bulunan iki farklı akışkanın ışıma ısıtması. Ama dikkat bu olaylar üzerinde odaklandırıldığında da, bilim adamları yine kuşkusuz ya da düzgün sonuçlar elde edememişlerdi. Heathcote ile McKie'nin parlak bir biçimde göstermiş oldukları gibi, özgül ve gizli ısı kavramlarının gelişimindeki son evreler; her biri ötekini hizaya gelmeye zorlayan, çetin bir ölçümle durmadan etkileşim kuran sezgisel varsayımlar sergiler.[62] Laplace, Poisson ve Fourier'nin katkıları ısıl olayların incelenmesini bir matematiksel fizik dalına çevirmeden önce, daha başka türden çalışmalara gerek vardı.[63]

Hem Bacon'cı bilimlerde ve hem de geleneksel bilimlerin yeni araçlara ve yeni olaylara açılıp yayılmasında yinelenmiş olan bu örüntü türü böylece, bu bildirinin en sağlam savının bir ek örneklendirilmesidir. *Bilimsel yasadan bilimsel ölçüme giden yol, ters yönde çok az geçilebilir.* Nicel düzenliliği bulgulayabilmek için, normal olarak insanın hangi düzenliliği aradığı ve buna göre hangi araçların kullanılması gerektiği bilinmelidir; ama, o zaman bile doğa, bir savaşım olmaksızın, tutarlı ya da genelleştirilebilir sonuçlar vermeyebilir. Benim büyük savım için bu kadarı yeter. Ama ölçüm eyleminin modern fizik bilimlerine giriş yoluyla ilgili olarak buraya kadar yapılan saptamalar da yine, bu bildirinin küçük savını anımsatmaktadır; çünkü, tü-

---

62 Kalorimetrik kavramların geliştirilip kotarılması için bak. E. Mach, *Die Principien der Wärmelehre* (Leipzig, 1919), ss. 153-81 ve McKie ile Heathcote, *Specific and Latent Heats*. Sonuncusunda Krafft'ın yapıtının tartışılması (ss. 59-63), ölçüm çalışması yapımındaki problemlerin çarpıcı bir örneğini verir özellikle.

63 Gaston Bachelard, *Etude sur l'évolution d'un problème de physique* (Paris, 1928) ve Kuhn, "Caloric Theory of Adiabatic Compression".

müyle matematikleştirilmiş bir kuram bağlamında girişilen nicel deneylemenin büyük etkililiği üzerine dikkati yeniden yönlendirmektedirler. 1800 ile 1850 arasında, bir süre fizik bilimlerin birçoğunda, özellikle de fizik bilimi olarak bilinen araştırma alanları kümesinde, araştırmanın belirgin niteliğinde önemli bir değişiklik olmuştu. Bacon'cı fizik biliminin matematikleştirilmesini, ikinci bir bilimsel devrimin bir yüzü diye nitelendirmeye beni sürükleyen de, işte bu değişikliktir.

Matematikleştirmenin konunun bir yanı olmaktan öteye bir şey olduğunu iddia etmek saçma olurdu. Ondokuzuncu yüzyılın ilk yarısı da, bilimsel girişim ölçeğinde büyük bir artışa, bilimsel örgütlenme örüntülerinde büyük değişikliklere ve bilim eğitiminin toptan yeniden kuruluşuna tanık olmuştu.[64] Ama bu değişiklikler, bütün bilimleri, çoğun, aynı yolda etkilemişti. Dolayısıyla, bunlar ondokuzuncu yüzyılın daha yenilerde matematikleştirilmiş bilimlerini, aynı dönemin öbür bilimlerinden ayırt eden karakteristikleri açıklayamazlar. Kaynaklarım şimdilik izlenimlere dayalı olmakla birlikte, eminim ki bu tür belirgin çizgiler vardır. Bir öndeyiyi belirtmeme izin verin: Çözümlemeli, ama kısmen istatiktiksel bir araştırma göstermektedir ki, bir grup olarak fizikçiler, 1840'dan bu yana yaklaşık olarak, daha az nicelleştirilmiş alanlarda meslektaşlarının göstermiş olduklarından daha büyük dikkatle birkaç anahtar araştırma alanı üzerine eğilme yeteneği göstermişlerdir. Aynı dönemde, yanılmıyorsam eğer, fizikçiler, bilimsel kuramlar üstüne tartışmaların uzunluğunu kısaltmada ve bu gibi tartışmalardan kaynaklanan onaşmaların gücünü artırmada, öteki bilim adamlarından daha başarılı olduklarını da göstermişlerdir. Kısacası, öyle sanıyorum ki, ondokuzuncu yüzyılda fizik biliminin matematikleştirilmesi, problem seçiminde, geniş ölçüde incelmiş mesleki ölçütler ortaya koymuştur ve mesleki doğrulama yollarının etkililiği de aynı

---

64 S. F. Mason (*Main Currents of Scientific Thoughts*, New York, 1956, ss. 352-63), bu kurumsal değişikliklerin kısa ve güzel bir taslağını veriyor. J. T. Mertz'in yapıtında (*History of European Thought in the Nineteenth Century*, C. 1, London, 1923), dağınık durumda birçok gereç vardır.

zamanda çok artmıştır.[65] Bunlar elbette, bir önceki bölümde geçen tartışmanın bizi beklentiye götürdüğü değişikliklerdir aslında. Geçen bir ve çeyrek yüzyıl boyunca fizik biliminin gelişiminin eleştirel ve karşılaştırmalı bir çözümlenmesi, bu sonuçlar için bir altın testi olacaktır.

İşte bu testi beklerken, herhangi bir sonuca varabilir miyiz? Şu paradoksu söylemekten çekinmeyeceğim: Herhangi bir bilimin tam ve içten nicelleştirilmesi yürekten istenilecek bir yetkinliktir. Bununla birlikte, ölçme yoluyla etkili bir biçimde araştırılabilen bir yetkinlik de değildir. Bireysel gelişimde olduğu gibi, bilimsel grupta da, olgunluk, en güvenilir bir yolla beklemesini bilenlere gelir.

Ek

Öteki bildiriler ve konferans boyunca sürüp giden tartışma üstüne düşünüldüğünde, benim bildirime gönderme yapmış olan iki nokta kayda değer görünüyor. Kuşkusuz daha başkaları da vardır ama, belleğim her zamankinden daha güvenilmez oldu bu sıralar. Birinci noktayı Prof. Price ortaya attı ve bu da büyük bir tartışmaya yol açtı. İkincisi, Prof. Spengler'in bir yargısından kaynaklanıyor, ben ilkin onun vardığı sonuçları ele alacağım.

Prof. Spengler, bilimin ya da bilimsel bir uzmanlığın gelişiminde benim "bunalımlar" kavramıma büyük bir ilgi göstermiştir ama, ekonomi biliminin gelişiminde böyle bir oluntudan daha öte bir şey bulgulamakta güçlük çekmiş olduğunu da eklemiştir. Bu da benim karşıma, sosyal bilimler, her ne olursa olsun, gerçekten bilim midirler şeklinde, yıllanmış, ama belki pek önemi olmayan bir soru çıkarmıştır. Bu biçim içinde, bu soruya yanıt vermesem de, sosyal bilimin gelişiminde bunalımların bulunmayabilirliğiyle ilgili fazladan birkaç saptama, tartışma

---

[65] Etkili problem seçimi örneği için, kuvantum mekaniğinin doğmasına yol açmış bulunan üç problemi ortaya çıkaran –fotoelektrik etki, siyah-cam ışıması ve özgül ısılar– nicel, gizli tutarsızlıklara dikkat ediniz. Doğrulama yollarının yeni etkililikleri için de, köktenci yeni kuramın meslekçe nasıl hızla benimsenmesine dikkat ediniz.

konusunun bir bölümünü aydınlatabilir.

Yukarda, Olağanüstü Ölçüm bölümünde açımlandığı gibi, bir bunalım kavramı, bunalımı yaşayan grubun önceden-kurulu bir oybirliğini içerir. Tanım gereği, aykırılıklar, sıkı sıkıya yerleşik beklentilerle ilgili olarak varolurlar yalnız. Deneyler, sadece daha önce her şeyin yolunda gidiyor gibi göründüğünü yaşamış olan bir grup için durmadan ters gitmekle bir bunalım yaratabilirler. Şimdi, ilk bölümlerimin gayet açık göstermiş olduğu gibi, olgunlaşmış fizik bilimlerinde, çok şey, genel olarak tıkırında gider. Mesleki topluluğun tümü, bu yüzden, bilimlerinin temel kavramları, araçları ve sorunları konusunda, olağan bir biçimde kendi içinde anlaşabilir. Bu mesleki onaşma bulunmadıkça, daha önce de ileri sürmüş olduğum gibi, birçok fizik bilim adamının normal olarak katılmış olduğu bulmaca-çözme türünde bir etkinlik için hiçbir temel de olamaz. Fizik bilimlerinde temel kavramlar konusunda uyuşmazlık, asli yeniliklerin araştırılması gibi, bunalım dönemlerine ayrılmıştır.[66] Ama ne var ki, benzer güçlülük ve alan gibi bir şey üzerinde onaşmanın sosyal bilimleri belirginleştirdiği hiç de aynı derecede açık değildir. Üniversitedeki meslektaşlarımla yaşantım ve Davranışsal Bilimlerde İleri İnceleme Merkezinde geçirdiğim şanslı bir yıl, fizikçilerin örneğin, normal olarak kesin sayabileceği köklü bir uyuşmanın, birkaç sosyal bilim araştırması alanında sadece daha yenilerde günyüzüne çıkmaya başlamış olduğunu duyumsatıyor. Öbür alanların çoğu, alanın belirlenmesinde, paradigma başarılarında ve problemleri konusunda hâlâ köklü uyuşmazlıklarla belirginleşmektedirler. Bu durumun sağlanmasıyla birlikte (çeşitli fizik bilimlerinin ilk dönemlerinde olduğu gibi), ya hiçbir bunalım olmaz, ya da herhangi bir şey hiçbir zaman varolamaz.

Prof. Price'ın görüşü çok daha farklı ve çok daha tarihseldi.

---

66 "The Essential Tension: Tradition and Innovation in Scientific Research" başlıklı bildirimde, Calvin W. Taylor baskısı, *The Third (1959) University of Utah Research Conference on the Identification of Creative Scientific Talent* (Salt Lake City, 1959), ss. 162-77'de bu mesleki onaşmanın öbür önemli eşzamanlı olaylarının kimilerini de açımladım (elinizdeki kitapta: ss 278-86).

Bilimsel Devrim sırasında ortaya çıkan, ölçüme dönük fizik bilim adamlarının tutumundaki çok önemli bir değişikliğe benim tarihsel sonsöz bölümümün dikkati çekemediğini söylüyordu ve sanırım bunda da haklıydı. Dr. Crombie'nin bildirisini yorumlarken, Price geç onaltıncı yüzyıla kadar astronomların gezegenlerin konumuyla ilgili gözlemlerin sürekli bir dizisinin kaydına başlamadıklarına işaret etmişti (çünkü onlar daha önce, özel olayların rastlantısal nicel gözlemlerine kendilerini vermişlerdi). Yalnız aynı geç dönemde, diye sürdürüyordu, astronomlar nicel verilerini eleştirel bir bakışla ele almaya da başlamışlardı; sözgelimi, kayıtlı bir göksel konumun, olgunun kendisinden çok, astronomik bir olguya bir ipucu olduğunu böylece tanıtlıyorlardı. Benim bildirimi tartışırken Prof. Price Bilimsel Devrim sırasında ölçüme dönük tutumda, daha başka değişiklik belirtilerine de işaret ediyordu. Tek bir şey için, diye vurguluyordu, birçok sayı kaydediliyordu. Daha önemlisi, belki, Boyle gibi kişiler, *yasaya tam uygun mudur, değil midir* diye yasanın kendisini dosdoğru anlatmak yerine, ölçümden türeyen yasaları bildirdiklerinde, nicel verilerini de ilk kez olarak kayda başlamış oluyorlardı.

Sayılara dönük tutumdaki bu geçiş döneminin Prof. Price'ın zaman zaman demek ister gibi göründüğü gibi onyedinci yüzyılda bu denli ileriye gitmiş olduğundan, bir bakıma ben kuşkuluyum. Bir örnek vermek gerekirse, Hooke, esneklik yasasını türetmiş olduğu sayıları bildirmişti; hiçbir "anlamlı şekiller" kavramı, *ondokuzuncu* yüzyıldan önce deneysel fizik bilimlerinde günyüzüne çıkmış gibi görünmemekteydi. Ama, değişikliğin süreçte olduğundan ve bunun çok önemli olduğundan kuşkum yoktur. En azından, başka bir türden bir bildiride, o ayrıntılı bir incelemeyi hak etmektedir ve ben de onun bunu sağlayacağını umuyorum. Ama bu incelemeyi beklerken, Prof. Price'ın vurgulamış olduğu, olayların gelişiminin, onyedinci yüzyıl Bacon' cılığının etkilerini betimlerken daha önce belirtmiş olduğum örüntüye ne denli sıkı uyduğunu göstermeme de izin verin.

İlk ağızda, astronomideki dışında belki, ölçüme yönelik tutumda onyedinci yüzyılın değişikliği, "yeni felsefe"nin yöntembilimsel programının yeniliklerine bir yanıt gibi görünebilir

çoğun. Ama, sık sık varsayılmış olduğu gibi, bu yenilikler, gözlem ve deney bilimin temelini oluşturur inancının sonuçları değildirler. Crombie'nin de parlak bir biçimde gösterdiği gibi, bu inanç ve ona eşlik eden yöntembilimsel felsefe, Orta Çağlarda yüksek derecede gelişmişti.[67] Buna karşılık, "yeni felsefe"deki yöntem yenilikleri öyle bir inancı içermekteydi ki, buna göre yığınla deney gerekliği vardı (doğa tarihlerine düşkünlük), ve tüm gözlem ve deneylerin, tam ve doğal ayrıntısıyla, tercihan tanıkların adları ve itimatnameleri eşliğinde bildirilmesi de ısrarla isteniyordu. Hem sayıların kaydedilmesinin giderek artan sıklığı ve hem de onları uygun bir şekilde geçiştirme yolundaki eğilimin giderek azalması, geneldeki deneylemeye yönelik tutumda daha genel Bacon'cı değişikliklerle benzeşirler kesinlikle.

Dahası, kaynağı ister Bacon'cılıkta olsun, ister olmasın, onyedinci yüzyılda sayılara dönük yeni tutumun etkililiği, sözü bağlama bölümünde tartışılmış olan daha başka Bacon'cı yeniliklerin etkililiğine çok benzeyen bir yolla gelişmişti. Dinamik biliminde, Prof. Koyré tekrar tekrar göstermiştir ki, geç onsekizinci yüzyıldan önce, yeni tutumun hiçbir etkisi olmamıştı. Öteki iki geleneksel bilim, diyeceğim, astronomi ile optik bilimi, değişikliğin etkisini daha erken görmüştü, ama yalnız çok yakın geleneksel bölümlerinde.

Bacon'cı bilimler de, ısı, elektrik, kimya ve benzerleri, 1750' ye varıncaya dek yeni tutumdan yararlanmaya başlamışlardı henüz biraz. Yine bunun gibi, değişikliğin gerçekten önemli ilk etkileri Black, Lavoisier, Coulomb'un ve çağdaşlarının yapıtlarında görülmüştü. Fizik biliminin bu değişiklikten ileri gelen dönüşümü de Ampère, Fourier, Ohm ve Kelvin'in yapıtlarından önce pek az rastlanan bir şeydir. Sanırım Price, çok önemli bir başka onyedinci yüzyıl yeniliğini ortaya koymuştu. Ama "yeni felsefe"ce sergilenmiş olan daha başka yeni tutumların nicesi gibi, ölçüme karşı bu yeni tutumun büyük etkileri de, onyedinci yüzyılda nerdeyse hiç mi hiç kendini göstermemiştir.

---

67 Özellikle onun *Robert Grosseteste and The Origine of Experimental Science, 1100-1700* (Oxford, 1953) adlı kitabına bak.

9

Asal Gerilim: Bilimsel Araştırmada Gelenek ve Yenilenme

The Third (1959) University of Utah Research Conference on the Identification of Scientific Talent adlı konferansta sunulan metindir.

Bu önemli konferansa katılmam için almış olduğum çağrıdan dolayı teşekkürlerimi bildirmek isterim; bu arada şu noktayı da belirteyim ki, ben bunu, yaratıcılık yolunda çalışanların, başkalarında görmek istedikleri değişik yaklaşımlara karşı göstermiş oldukları duyarlığın bir kanıtı gibi yorumluyorum. Buna karşılık, benimle kurmuş olduğunuz ilişkinin sonucu konusunda da pek umutlu sayılamam. Zaten çoğunuzun da bildiği gibi ben bir ruhbilimci değilim; bilim tarihi alanında çalışan bir eski fizikçiyim daha çok. Benim yaratıcılıkla ilgim, sizinkinden geri kalmaz belki ama, hedeflerim, tekniklerim ve kanıt kaynaklarım sizinkilerden öylesine çok farklıdır ki, birbirimize söyleyebileceğimiz ya da hatta söylememiz *gereken* çok şey bulunduğundan pek emin değilim. Bu çekincelerde hiçbir özür dileme kaygısı aranmamalı; çünkü, daha çok benim ana savıma dokundurma yapmaktadır onlar. Bilimlerde, aşağıda da söyleyeceğim gibi, varolan araçlarla insanın elinden geleni yapması, değişik yaklaşımlar üzerinde durup düşünceye dalmasından daha iyidir çoğun.

Benim art-alanımdan ve ilgilerimden olan bir kişinin bu konferansa söyleyecek bir şeyi varsa eğer, bu sizin asıl uğraşınız,

diyeceğim, yaratıcı kişilik ve onun ilk tanılanması ile ilgili değildir. Tersine, bu konferansa katılanlara dağıtılmış olan birçok çalışma bildirisinde, örtülü olarak değinilmiş olan, bilimsel süreç ve bilim adamı görüntüsüdür; işte bu görüntü, giriştiğimiz birçok deneyimi ve, yanısıra, buradan vardığımız sonuçları, nerdeyse kesin bir biçimde koşullandırmaktadır; bu konu üzerinde de fizikçi-tarihçilerin söyleyecek bir şeyleri olacaktır sanırım. Ben dikkatimi bu görüntünün bir yanına, çalışma bildirilerinin birinde, aşağıdaki özetlenmiş yanına çevireceğim: Halis bir bilim adamı, "önyargıdan o denli uzak olmalıdır ki, en apaçık olgulara ya da görüşlere, kabul etme zorunluluğu duymaksızın dikkatle bakabilmelidir ve, buna karşılık, hiç olasılığı bulunmayan olanaklarla, imgeleminin oyalanmasına da izin verebilmelidir" (Selye, 1959). Daha başka çalışma bildirilerinin sağlamış olduğu daha teknik bir dille söylersek, (Getzels ile Jackson), görüntünün bu yanı "değişik doğrultuda düşünme... değişik doğrultularda çekip gitme... eski çözümü reddetme ve yeni bir doğrultuyu kararlı bir biçimde izleme" üzerine bir vurgulama olarak kendini gösterir.

Hiç kuşkum yoktur ki, bu "değişik doğrultuda düşünme" betimlemesi ve bunu yapabilecek kimselerin aynı zamanda araştırılması, hep yerinde şeylerdir. Her bilimsel çalışmayı belli bir görüş ayrılığı belirginleştirir ve en büyük bilimsel gelişme oluntularının özünde, devasa görüş ayrılıklan yatar. Ama hem bilimsel araştırmadaki kendi deneyimim ve hem de verdiğim bilim tarihi dersleri, temel araştırma için gerekli karakteristikler olarak, düşünce kıvraklığı ile açık fikirliliğin, pek dıştalayıcı bir biçimde vurgulanıp vurgulanmadığı üzerinde düşünmeye sürüklüyor beni. Dolayısıyla aşağıda şöyle diyeceğim: "Eş-doğrultuda düşünme" gibi bir şey, değişik doğrultudaki kadar, bilimsel ilerlemede esastır. Bu iki düşünme tipi kaçınılmaz bir biçimde çatışma halinde olduğundan, şu sonuçla karşılaşılır: Zaman zaman nerdeyse dayanılmazlaşabilen bir gerilimi destekleme gücü, en iyi türden bilimsel bir araştırma için, en önde gelen gereksinimlerden biri olur.

Başka bir yerde bilimsel gelişme için "devrimler"in önemi üzerinde durarak, bu konuları daha tarihsel bir açıdan incele-

miştim.[1] Bunlar en aşırı ve kolayca tanınabilir biçimleriyle, Kopernikçilik, Darwin'cilik ya da Einstein'cılığın ortaya çıkmasıyla örneklenmiş öyle oluntulardır ki, bilimsel bir toplum, bir zamanlar saygın olan dünyaya bakış tarzını ve genellikle kendi disipliniyle bağdaşmayan başka bir yaklaşım adına bilimi sürdürme tarzını bırakır. Taslak yazımda, tarihçinin durmadan bu çok daha küçük, ama yapısal açıdan devrimci olan oluntularla karşılaşmış olduğunu ve bilimsel ilerleme açısından bunların önem taşıdığını öne sürmüştüm. Gerçekten çok yaygın bir izlenime aykırı olarak, bilimdeki yeni bulgulamaların ve kuramların çoğu, varolan bilimsel bilgi yığınına sadece bir katkı değildir. Kendilerini özümseyebilmek için, bilim adamı, daha önce genel olarak bel bağlamış olduğu düşünsel ve el işçiliği ile ilgili donanımını yeniden düzenlemek; önceki inancının ve uygulamasının kimi öğelerini yararsız bulup bunu bir yana atmak; ama, buna karşılık, daha başka birçokları arasında ve içinde, yeni anlamlamalar ve yeni ilişkiler bulmak zorundadır. Yeniyi özümserken eskinin bir kez daha değerlendirilmesi ve düzenlenmesi gerekli olduğundan, bilimlerde bulgulama ile buluş genel olarak devrimcidir. Dolayısıyla, değişik doğrultudaki düşünürü belirginleştiren ya da gerçekte belirleyen, o kavrayış kıvraklığı ile açık fikirliliği gerektirir ille de. Öyleyse, bu belirgin nitelikleri kesinleşmiş sayabiliriz artık. Bilim adamlarının çoğunluğu, belli bir kertede bunlara sahip olmadıkça, hiçbir bilimsel devrim yapılamaz ve bilimsel ilerleme de çok ağırlaşır.

Ne var ki, kavrayış kıvraklığı da yeterli sayılamaz ve geriye kalan da açıkça onunla bağdaşmaz durumdadır. Henüz gelişim durumunda olan bir tasarının çeşitli bölümlerinden yararlanarak, şimdi şu noktayı vurgulayayım: Devrimler, bilimsel ilerlemenin tamamlayıcı iki yanından biridir sadece. En büyük bilim adamlarının bile üstlenmiş olduğu araştırmanın hemen hiçbiri, devrimci olmaya yönelik değildir ve bunların pek azının böyle bir etkisi olmuştur. Buna karşılık, normal araştırma, en iyisi de olsa, bilimsel eğitimden edinilmiş ve sonraki mesleksel yaşamla pekiştirilmiş, yerleşik bir ortaklaşa-onamaya kuvvetle dayalı, yük-

[1] *The Structure of Scientific Revolutions*, (Chicago, 1962).

sek derecede eş-doğrultulu etkinliktir. Kabul etmek gerekir ki, bu eş-doğrultulu ya da ortaklaşa-onanımlı araştırma, tipik bir biçimde, eninde sonunda gelir devrime dayanır. O zaman geleneksel teknikler ve inançlar bir yana atılır ve yenileri onların yerini alır. Ancak, geleneksel bir bilimin devrimci değişiklikleri görece az olur ve bunların hazırlanabilmesi için, eş-doğrultulu uzun araştırma dönemleri geçmesi gerekir. Aşağıda da göstereceğim gibi, sadece çağdaş geleneksel bilime kuvvetle kök salmış araştırmalar bu geleneği kırabilir ve yenisinin günyüzüne çıkmasına yol açabilir. Bilimsel araştırmada örtülü olarak bulunan bu "asal gerilim"den söz etmemin sebebi de işte budur. Bu işi yapabilmek için, bilim adamı, bir dizi karmaşık düşünce ve el-işçiliğiyle ilintili bağlanmalara girişmek zorundadır. Ne ki, üne erişme iddiası, böyle bir şeyi kazanma yeteneği ve şansı varsa eğer, eninde sonunda, bu bağlanmalar ağını, kendi bulduğu bir başkasının adına, bırakabilme yeteneğine dayanacaktır. Başarılı bir bilim adamı, çoğun bir gelenekçinin ve de bir put kırıcısının belirgin niteliklerini aynı zamanda göstermek zorundadır.[2]

Bu noktaların herhangi bir tam belgelenmesinin bağlı bulunması gereken çeşitli tarihsel örnekler vermeme konferansın zamanı olmaması dolayısıyla olanak yoktur. Ama başka bir yaklaşım, en azından aklımdakilerin bir bölümüyle tanıştıracaktır sizleri – doğa bilimlerinde eğitimin yapısı üzerine araştırma ile. Bu konferansa sunulan çalışma bildirilerinden biri (Getzels ile Jackson), Guilford'un bilimsel eğitim üstüne çok ustaca yapılmış betimini şöyle aktarıyor: "(O), eş-doğrultulu düşünme ve değerlendirme alanlarındaki becerileri, çoğun değişik doğrultulu düşünme alanındaki gelişme zararına vurgulamıştır! Biz öğrencile-

[2] Doğrusunu isterseniz, bu karakteristik çizgileri eşzamanlı bir yolla mesleki grup sergilemelidir, tek tek bilim adamı değil. Bu bildiride tuttuğu yerin daha tam bir açıklanmasında, bireysel ile grup karakteristikleri arasındaki ayrılık temel olacaktır. Burada ben sadece şunu belirtebilirim: Bu ayrılığın tanınması yukarda gönderme yapılan çatışma ya da gerilimi zayıflatırsa da, onu ortadan kaldırmaz. Grup içinde kimi bireyler daha gelenekçi, kimileri de daha put kırıcı olabilir ve buna göre katkıları da değişir. Buna karşılık eğitim, kurumsal normlar ve yapılması gereken işin doğası; grubun tüm üyelerinin, büyük ya da küçük ölçüde, her iki doğrultuda sürülüp çekilmesini güvence altına almada birleşir ister istemez.

rimize uygarlığın bize doğru diye öğrettiği 'doğru' yanıtlara nasıl ulaşıldığını öğretmeye çalıştık... Sanatlar dışında (ama ben bunun içine toplumsal bilimlerin çoğunu da almak isterdim), genellikle, değişik-doğrultulu düşünme yeteneklerinin gelişimini önlemeye çalıştık bilmeden." Bu açıklama, bana kalırsa çok doğru ama, ortaya çıkan sonuçtan dolayı üzülmek aynı derecede doğru olur mu, bilemem. Düpedüz kötü bir öğretimi savunmaksızın ve, bu ülkede bütün eğitimde eş-doğrultulu düşünme eğiliminin toptan fazla ileri gitmiş olabileceğini gözönünde tutarak, eş-doğrultulu düşünmede güçlü bir eğitimin, ta kökenlerinden başlayarak bilimlerin özünde bulunmuş olduğunu kabul edebiliriz yine de. Demek isterim ki, o olmaksızın, bilimler bugünkü durumlarına ya da statülerine erişemezlerdi.

Çeşitli bilimler arasındaki ve çeşitli eğitim kurumlarının yaklaşımları arasındaki birçok önemli, ama yine de küçük ayrımları gözardı ederek, doğa bilimleri öğretiminin yapısını kısaca özetlememe izin verin. Bu öğretimin çarpıcı tek özelliği şudur: Öbür yaratıcı alanlarda hiç bilinmedik ölçüde o, tümüyle ders kitaplarına göre yönetilir. Kimya, fizik, astronomi, yerbilim ya da dirimbilim dallarında diplomasını almış ve henüz almamış öğrencilerin hepsi, tipik bir biçimde, çalışma alanlarının zenginliğini, özellikle öğrenciler için yazılmış kitaplardan kazanırlar. Tez yazıları üstünde çalışmaya hazır ya da bir dereceye dek hazır oluncaya, kendilerinden ne deneme ve araştırma tasarılarına girişmek istenir, ne de başkalarınca yapılmış olan dolayımsız araştırma ürünleriyle, diyeceğim, bilim adamlarının birbirine yazmış olduğu mesleki mektuplarla karşılaşmışlardır. Doğa bilimlerinde, "okuma" koleksiyonları yoktur. Bilim öğrencileri, kendi çalışma alanlarındaki tarihsel klâsikleri okumaya da yüreklendirilmez – diyeceğim, ders kitaplarında tartışılmış olan sorunlara başka bakış yolları bulabilecekleri yapıtlar yoktur; ama, gelecekteki mesleklerinin uzun zamandır bir yana attığı ve yerine başkasını koymuş olduğu çözüm tarzları, kavramlar ve problemlerle karşılaştıkları yapıtlar vardır.

Buna karşılık, öğrencilerin karşılaştıkları çeşitli ders kitapları, birçok sosyal bilimde olduğu gibi, bir tek sorun alanına farklı yaklaşımları örneklemekten çok, farklı konuları işlerler. Bir tek

kurda kabul görme yarışına giren kitaplar bile, en çok, düzeyde ve öğretim ayrıntısında ayrım gösterirler, ama özleri ve kavramsal kuruluşlarıyla birbirlerine benzerler. Son ve hepsinden önemlisi, ders kitabı sunumunun teknik belirgin niteliğidir. Rastlantıya bağlı giriş yazıları dışında bilim kitapları, meslekten bir kişiden çözülmesi istenecek problem türlerini ve bunların çözümleri için uygun değişik teknikleri betimlemez. Mesleğin paradigmalar olarak artık kabul etmiş olduğu somut problem çözümlerini sergiler daha çok bu kitaplar ve sonra öğrenciden, ya kâğıt kalemle ya da laboratuvarda hem yöntem ve hem de öz bakımından ders kitabının ya da yan okumanın kendisine göstermiş olduğu problemlerle çok yakın problemleri kendi adına çözmesini isterler. "Anlıksal takımlar" ya da *Einstellungen* üretmek için bundan daha güzel planlanmış bir şey yoktur. Öbür akademik alanlar sadece en temel kurlarında böylesine kısmi bir koşutluk gösterirler.

En hafifinden liberal bir eğitim kuramı bile, bu pedagojik tekniği bir küfür gibi görmelidir. Hepimizin kabul edeceği gibi, öğrenciler daha önceden bilinenlerden bir hayli bir şey öğrenmekle işe başlamalıdırlar ama, biz eğitimin onlara çok daha fazla bir şeyler vermesi üzerinde durmaktan kendimizi alamayız. Henüz, kuşkusuz bir yanıt bulunamamış sorunları tanımayı ve değerlendirmeyi öğrenmek zorunda olduklarını; bu gelecekteki sorunlara yaklaşma tekniklerini sağlamalarını; bu tekniklerin konuyla ilgisini değerlendirmeyi ve sağlayabildikleri olası kısmi çözümleri hesaplamayı öğrenmeleri gerektiğini söyleriz. Eğitim karşısına konulan bu tutumlar birçok bakımdan tümüyle haklı gibi görünmektedir ama, ayrıca onlar üstüne de iki şeye dikkat etmeliyiz. Birincisi, doğa bilimlerinde eğitim, onların varlıklarından hiç de etkilenmemiş gibi görünüyor. Öğrencinin değerlendirme için donatılmadığı, önceden-yerleşik bir gelenek içine dogmatik bir giriş olarak kalıyor. İkincisi, yalnızca katı bir geleneğe açık olan bu teknik, en azından bir öğrenme bağıntısı içinde bir sürenin arkadan geldiği dönemde, çok önemli yenilik türlerinin büyük çapta üreticisi olmuştur.

Bu eğitsel girişten çıkan bilimsel pratiğin örüntüsünü kısaca araştıracağım ve sonra da bu örüntünün niçin bu denli başarılı

olduğunu göstereceğim. Ama ilkin az önce söylenmiş olanları güçlendirecek ve sonra ortaya çıkmış olana yol açacak, tarihsel bir gezi yapmak gerekiyor. Hemen şu noktayı belirtmek isterdim ki, doğa biliminde çeşitli alanlar, her zaman, dıştalayıcı paradigmalar içinde katı eğitimle belirginleşmemiştir; tersine, bu alanların her biri, alan tam da hızlı ve dizgeli bir ilerleme göstermeye başladığı anda, teknik gibi bir şey kazanmıştır. Kimyasal bileşimin, depremlerin, dirimsel üretimin, uzayda devinimin ya da doğa bilimlerince bilinen daha başka bir konunun çağdaş bilgisinin kökeni soruşturulursa, benim burada tek bir örnekle göstereceğim belirgin bir örüntü ile karşılaşılır hemen.

Günümüzde fizik ders kitapları ışığın kimi dalgasal özellikleri ve kimi de parçacıksal özellikleri bulunduğunu söylüyor. Hem ders kitaplarındaki problemler ve hem de araştırma problemleri, buna uygun bir biçimde ortaya konuyor. Ama hem bu görüş ve hem de ders kitapları, birer erken yirminci yüzyıl devrimi ürünüdür. (Bilimsel devrimlerin bir karakteristiği de, bilimle ilgili ders kitaplarının yeniden yazılmasını gerekli kılmasıdır.) 1900'den yarım yüzyıldan fazla bir zaman önce, bilim alanındaki eğitimde kullanılmış olan ders kitapları, ışığın dalga devinimi olduğunu ileri sürerken, aynı derecede tek yönlüydü. Bu koşullar altında bilim adamları âdeta farklı problemler üzerinde çalışıyorlardı ve daha çok onlar için farklı türde çözümleri kabul ediyorlardı çoğun. Ancak ondokuzuncu yüzyıl ders kitabı geleneği yine de bizim konumuzun başlangıcını göstermez. Bütün onsekizinci yüzyıl boyunca ve ondokuzuncu yüzyılın başına değin, Newton'un *Opticks*'i ve insanların bilim öğrenmiş oldukları daha başka kitaplar, hemen hemen öğrencilerin tümüne, ışığın parçacıklardan oluştuğunu öğretmişti ve bu geleneğin yol açmış olduğu araştırma da, onun yerine geçenden farklıydı. Birbirini izleyen bu üç gelenek içinde, ikinci dereceden birçok değişikliği gözardı ederek, şöyle diyebiliriz öyleyse: Bizim görüşlerimiz, tarihsel olarak, optik düşüncedeki iki devrim yoluyla, Newton'cu görüşlerden türemektedir; bunların her biri, eş-doğrultulu bir araştırma geleneği yerine, bir başkasını getiriyordu. Bilimsel eğitimin yerinde ve gereçlerinde değişiklikler için uygun kabullerde bulunursak, bu üç gelenekten her birinin yukarda

kısaca özetleyip geçtiğim kuşku götürmeyen paradigmalarla karşılaşılan eğitim türünde somutlaşmış olduğunu söyleyebiliriz. Newton'dan bu yana optik fizikte eğitim ve araştırma, normal olarak yüksek derecede eş-doğrultulu olmuştur.

Işık kuramları tarihi yine de Newton'la başlamaz. Ondan önce bu alandaki bilgiyi incelersek, büyük ölçüde farklı bir örüntü ile karşılaşırız – sanatlarda ve kimi toplumsal bilimlerde hâlâ bilinen ama doğa bilimlerinde geniş ölçüde görülmeyen bir örüntü ile. Uzak Antikite'den onyedinci yüzyılın sonuna değin, fizik optik çalışması için tek bir paradigma takımı yoktu. Tersine, birçok kişi, ışığın doğası üstüne değişik birçok görüş öne sürüyorlardı. Bunlardan kiminin çok az yandaşı bulunuyordu ama, birçoğu da optik düşünce alanında sürüp giden değişik okulların doğmasına yol açıyordu. Tarihçiler, yeni bakış açılarının doğuşu gibi, eski bakış açılarının görece itibarlarında oluşan değişiklikleri de kaydedemedikleri için, ortak onaşmayı andıran bir şey yoktu ortada. Bunun sonucu olarak, bu alana yeni giren bir insan kaçınılmaz bir yolla, birbiriyle çatışan çeşitli görüşlerle karşılaşıyordu; dolayısıyla her birinin kanıt getirmesini incelemek zorunda kalıyordu, üstelik sağlam bir kanıtlama da her zaman bulunuyordu. Bir seçim yapmak ve ona göre kendine bir yön vermek, başka olanakların bilincinde olmayı engellemiyordu tümüyle. Bu ilk eğitim biçimi, yeni görüngüleri gözden kaçırmayan ve konuya yaklaşımında esneklik gösteren, önyargısız bir bilim adamı yetiştirmeye açıkça daha yatkındı. Öte yandan, bu daha liberal eğitim uygulamasıyla belirginleşen bir dönemde fizik optiğin çok az ilerleme gösterdiği izleniminden de insan pek kurtulamıyor.[3]

---

[3] Newton'dan önceki fiziksel optiğin tarihi Vasco Ronchi'ce çok iyi betimlenmişti yakınlarda: *Histoire de la lumière*, çev. Taton (Paris, 1956). Benim yukarda pek az geliştirdiğim öğeyi onun açıklaması çok iyi karşılamıştı. Fiziksel optik bilimine birçok köklü katkı, Newton'un çalışmasından önce iki bin yıl içinde yapılmış bulunuyordu. Doğal bilimlerde bu tür bir ilerleme için, toplumsal bilimlerde ve sanatlarda ilerleme için olduğundan daha fazla önkoşul değildir onaşma. Bununla birlikte, doğa bilimlerini sanatlardan ve birçok toplumbilimden ayrı tuttuğumuzda, şimdi bizim genelde gönderme yaptığımız ilerleme türü için önkoşuldur yine de.

Optik fiziğin gelişmesinde ön-onaşma evresi (burada ona değişik-doğrultulu diyebiliriz), sadece daha önce varolan disiplinlerin alt-bölümlere ayrılıp yeniden birleşmesiyle doğmuş olanlar dışında, tüm öteki bilimsel uzmanlıkların tarihinden kopya edilmiştir bence. Matematik ve astronomi gibi kimi alanlarda ilk güçlü onaşma, tarihöncesine dek uzanır. Dinamik, geometrik optik ve fizyolojinin bölümleri gibi ötekilerinde, bir ilk onaşmayı meydana getiren paradigmalar, klâsik Antikite'den köklerini alır. Daha başka birçok doğa bilimi, sorunları Antikite'de tartışılmış olsa bile, Yeniden-Doğuş sonrasına değin bir ilk onaşma gerçekleştirememişlerdir. Fizik optikte, daha önce görmüş olduğumuz gibi, ilk güçlü onaşma, onyedinci yüzyılın sonunda başlar ancak; elektrikte, kimyada ve ısı çalışmalarında onsekizinci yüzyılda başlar; buna karşılık yerbilimde ve dirimbilimin sınıflandırmalı olmayan bölümlerinde, ondokuzuncu yüzyılın ilk üçte birinden sonrasına değin gerçek bir onaşma geliştirilememiştir. Anlaşılan bu yüzyıl, bir iki toplumsal bilimin bölümlerinde bir ilk onaşmanın ortaya konmasıyla belirginleşmektedir.

Yukarda adı geçen bütün alanlarda, onaşmanın yaratmış olduğu erginliğin gerçekleşmesinden önce de önemli çalışmalar yapılmıştır elbet. Bu alanlarda ilk onaşmanın ne doğası ne de zamanlanması, biricik paradigmaların varlığından önce getirilmiş olan hem düşünsel ve hem de el-işçiliğiyle ilgili teknikler dikkatle incelemeksizin anlaşılamaz. Yalnız, erginliğe geçiş de daha az önemli bir olgu değildir; çünkü, o daha ortada görünmeden önce tek tek insanlar bilim yapmışlardır. Buna karşılık, tarihin kuvvetle bildirdiğine göre, güçlü bir onaşma olmaksızın bilim yapılabilse de –tıpkı felsefe, sanat ya da politika bilimi yapıldığı gibi–, daha kıvrak olan bu uygulama, yakında geçmiş olan yüzyılların bizi alıştırmış olduğu, hızlı sonuç veren bilimsel ilerleme örüntüsünü üretemez. Bu örüntüde gelişme bir onaşmadan öbürüne gelişir ve olağan yarışma içinde seçenekli yaklaşımlar bulunmaz. Çok özel koşullar altında olmak dışında erginleşmiş bir bilimin uygulayıcıları, değişik-doğrultulu açıklama ve deneyleme yollarını incelemek üzere durmazlar.

Bunun nasıl böyle olabildiğini soracağım kısaca; diyeceğim,

açıkça tek bir geleneğe yönelik böylesine sağlam bir yönelimin yeni fikirlerin ve tekniklerin sürüp-giden üretimiyle en çok dikkati çeken disiplinlerin uygulanmasıyla nasıl bağdaşabildiğini soracağım. Ama bu ilkin, böylesi bir geleneği bu denli başarıyla aktaran eğitimin yapılacak ne bıraktığını sormama da yardımcı olacaktır. Derinlere kök salmış bir gelenek içinde çalışan ve önemli seçeneklerin algılanmasında çok az yetiştirilmiş bir bilim adamı, mesleği alanında ne yapmayı umabilir? Ama şimdi zamanın sınırlı olması köklü bir sadeleştirmeye zorluyor beni; yalnız aşağıdaki saptamalar, en azından benim ayrıntılı olarak belgelenebileceğinden emin olduğum bir konumu gösterecektir.

Salt ya da temel bilimde –diyeceğim en dolayımsız amaçları doğayı denetimleri altında tutmaktan çok, onun üzerine anlayışı artırmak olan kimselerce üstlenilmiş olan bir çeşit geçici araştırma ulamında– karakteristik problemler hemen her zaman daha önce üstlenilmiş ve kısmen çözümlenmiş olan problemlerin küçük biçim değişiklikleriyle yinelenmesinden ibarettir. Sözgelimi, bilmsel bir gelenek içinde üstlenilmiş olan araştırmaların çoğu, varolan kuram ile varolan gözlemin her ikisini giderek daha yakın bir uyuşmaya sokabilmek için, bir ayarlama biçimidir. Dalga mekaniğinin doğuşundan bu yana yıllar boyunca atom ve molekül spektrumlarının sürekli incelenmesi; yanısıra, karmaşık spektrumların öngörüsü için kuramsal yaklaşımlar dizaynı, bu tür tipik çalışmanın önemli bir örneğini oluşturur. Bir başka örnek de, konferansın başında sizlere dağıtılmış olan ölçüm konusuyla ilgili bildiride[4] Newton'cu dinamiğin onsekizinci yüzyıldaki gelişmesi üstüne saptamalarda verilmiş bulunmaktadır. Varolan kuram ile gözlemi daha yakından birbirine uyuşturma girişimi, temel bilimlerde araştırma sorununun standart tek türü değildir elbet. Kimyasal termodinamiğin gelişmesi ya da organik yapının gizini çözme yolunda sürekli yapılagelen girişimler, başka bir tip gösterir – varolan kuramın, karşılayabileceği umulan, ama içinde daha önce hiç denenmemiş olduğu alanlara yaygınlaştırılması gibi. Buna ek olarak, ortak

[4] Gözden geçirilmiş bir değişkesi yayınlanmıştır, *Isis 52* (1961): ss 161-93 (elinizdeki kitapta: ss. 220-71).

türde üçüncü bir araştırma sorununa değinmek istersek, birçok bilim adamı, varolan kuramın uygulanması ve yaygınlaştırılması için gerekli olan somut verileri (örneğin, atom ağırlıkları, çekirdek momentleri gibi) durmadan toplamaktadır.

Temel bilimlerde bunlar normal araştırma tasarımlarıdır ve bilim adamlarının hepsinin, hem de en büyüklerinin, mesleki yaşamlarının büyük bir kesimini (ve hatta tümünü) üzerinde harcamış olduğu yapıt türlerini gösterirler. Açıkça görülmektedir ki, çabalamaları, ne düşünülerek, ne de olasılıkla, bilimsel kuramda köklü bulgulamalar ya da devrimci değişiklikler yaratmaktadır. Yalnız ve yalnızca çağdaş bilimsel geleneğin geçerliği kabul edildiğinde ancak, bu sorunlar da çok kuramsal ya da herhangi bir pratik anlam kazanır. Yeni türden bir görüngüler topluluğunun varlığından kuşkulanan ya da varolan kuramın geçerliği üstüne köklü kuşkuları bulunan insan, problemlerin, üstlenmeye değer ders kitapları paradigmaları çok yakın bir model gibi alınarak biçimlendirilmiş olduğunu düşünmeyecektir. Buradan şu çıkar: Bu türden bir problemi üstlenen insan –bu da en çok bilim adamlarının tümü demektir– içinde yükseldiği bilimsel geleneği değiştirmekten çok, açıklığa kavuşturmaya bakar. Dahası, yapıtının büyüsü, onun olasılıkla yaratacağı herhangi bir şaşkınlıktan çok, açıklığa kavuşturma güçlüklerindedir. Normal koşullarda, araştırıcı bir bilim adamı bir yenilikçi değil, bir bulmaca çözücüsüdür ve dikkatini üzerinde topladığı bulmacalar da, varolan bilimsel gelenek içinde hem bildirilebileceğine, hem de çözülebileceğine inanmış olduğu bulmacalardır hep.

Ne ki –sorun da buradadır– geleneğe bağlı bu yapıtın sonal etkisi, yine de şaşmaz bir biçimde, geleneği değiştirmek olmuştur. Geçerli olduğu kabul edilen bir geleneği açıklığa kavuşturma yolundaki sürekli girişim, en sonunda, temel kuramdaki, problem alanındaki ve, daha önce bilimsel devrimler diye gönderme yapmış olduğum bilimsel standartlardaki değişikliklerden birini günyüzüne çıkarmıştır yeniden. En azından bir bütün olarak bilimsel toplulukta, kökü derinlerde iyice belirli bir gelenek içindeki yapıt, benzeri eş-doğrultulu standartların işe karışmadığı yapıttan daha çok gelenek-kırıcı yenilikler üretebilir anladığımız kadarıyla. Bu nasıl olabiliyor? Nedeni de şu olsa ge-

rek: Temel bilimlerde çok köklü ilerlemelerin kabulünün bağlı bulunduğu o karışıklık yuvalarını ya da bunalım kaynaklarını sürekli ve yoğun dikkat önüne çıkaracak başka hiçbir yapıt türünün bu derece elverişli olmayışıdır.

Çalışma bildirilerimin birincisinde gösterdiğim gibi, yeni kuramlar ve, artan bir ölçüde, olgunlaşmış bilimlerdeki yeni bulgulamalar *de novo* (yeniden – ç.n.) doğmuş değildirler. Tersine, eski kuramlardan ve, dünyada olup biten ve *bitmeyen* görüngüler üstüne eski kuramların rahminden doğarlar. Genelde bu gibi yenilikler pek bilimsel eğitim görmemiş insanın gözünden kaçacak denli çok gizli ve anlaşılması güçtür. Giderek epeyce eğitim görmüş insanlar bile, çok az onları aramaya çıkarlar; diyeceğim, varolan verilerin ve kuramın bir kavrayış üretmediği alanları araştırmak yoluyla. Olgunlaşmış bir bilimde bile pek çok alan vardır böylesi; varolan paradigmaların hiçbirinin açıkça uygulanabilir görünmediği ve araştırılmaları için çok az aracın ve ölçütün elde bulunduğu alanlardır bunlar. Çok olasıdır ki, sadece yeni görüngüleri algılama gücüne ve yeni örgenleşme örüntülerini kavrama kıvraklığına bel bağlayarak bunları araştırmaya dalan bir bilim adamı, hiçbir yere varamayacaktır. Daha çok, bilimini, ilk onaşmasına ya da doğal tarihsel evresine geri döndürecektir.

Buna karşılık, olgunlaşmış bir bilimin uygulayıcısı, daha doktora araştırmasının başından sonra, eğitimden ve çağdaşlarının araştırmasından türeyen paradigmaların upuygun göründükleri bölgelerde çalışmayı sürdürür. Diyeceğim, ana çizgileri işin başında uygulanabilir bir harita üzerinde, topoğrafik ayrıntıyı açıklığa kavuşturmaya bakar ve, çalıştığı alanın doğasını tanıyacak kertede akıllı ise, içinde önceden yapılmışın yer *almadığı* bir sorunu günün birinde üstleneceğini umar; diyeceğim, paradigmanın kendisindeki köklü bir zafiyetin esinlediği yollarda yanlış giden bir sorunu ele alabileceğini. Olgunlaşmış bilimlerde çok bulgulamaya ve hep yeni kurama giriş yapma bilgisizlik değildir, tersine, varolan bilgi ve inançlarla bir şeylerin yolunda gitmediğini kabul etmedir.

Buraya değin söylediklerim, üretken bir bilim adamı için, varolan kuramı, iğreti tutulan bir deneme varsayımı gibi benim-

semenin, araştırmasında bir başlangıç sağlamak için ve *daha iyisi olmadığından dolayı,* onu kullanmanın, sonra da, kendisini karışık bir duruma soktuğu, bir şeylerin yolunda gitmediği bir noktaya getirdiğinde onu bırakmanın yeterli olduğunu gösterecektir. Karşılaşıldığında tersliği tanıyabilme yeteneği, bilimsel ilerlemede kesinlikle bir gereklilik olmasına karşın, bu terslik de çok kolayca tanınmamalıdır. Bilim adamı, tam başarılı olduğunda ayrılacağı geleneğe tam bir bağlılık ister. Bu bağlılığı kısmen, bilim adamının normal olarak üstlendiği problemlerin doğası gerektirir. Bunlar, daha önce görmüş olduğumuz gibi, genel olarak gizemli bulmacalardır ve meydan okumaları da, çözümleriyle ortaya çıkan bilgilenmeden çok (ayrıntıları nerdeyse çoğun önceden bilinir), herhangi bir çözümün sağlanmasında üstesinden gelinecek teknik güçlüklerden ileri gelir. Bu tür problemler yalnızca ince düşüncenin ortaya koyabileceği bir çözümün varlığından emin olan insanlarca ele alınırlar ve, yalnız yürürlükteki kuram bu türden bir güven sağlayabilir. Bu kuram, tek başına, normal araştırma problemlerinin çoğuna bir anlam kazandırır. Bundan kuşkulanmak, çoğun, normal araştırmayı oluşturan karmaşık, teknik bulmacaların asla çözümü olmadığı kuşkusunu uyandırır. Sözgelimi, Newton dinamiğinin, o zamanlar bilinen gezegenlere uygulandığında, astronomik gözlemlemenin son ayrıntılarını açıklayabileceğini varsaymasa, Kepler'in temel dolancaları üstüne gezegenlerarası çekimlerin etkilerinin incelenmesi için gerekli gelişmiş matematiksel teknikleri kim geliştirebilirdi? Dahası, bu güven olmaksızın, Neptün gezegeni nasıl bulunabilir ve gezegenlerin listesi nasıl değiştirilebilirdi?

Buna ek olarak, bağlılık için ivedi pratik nedenler de vardır. Her araştırma problemi bilim adamını kaynaklarını hiç anlayamadığı aykırılıklarla karşılaştırır. Kuramları ile gözlemleri hiçbir zaman birbiriyle uyuşmaz; ardışık gözlemler hiçbir zaman büsbütün aynı sonuçları vermez; deneylerinin hem kuramsal ve hem de olgusal yan ürünleri bulunur; bunları açıklığa kavuşturabilmek için de, başka bir araştırma tasarısı gereklidir. Bu aykırılıkların ya da yarım yamalak anlaşılan görüngülerin her birinin, bilimsel kuramda ya da teknikte köklü bir yeniliğin bir

ipucu olabileceği düşünülebilir; ama, onları birer birer incelemek için duraksayan kişi, ilk tasarısını asla tamamlayamaz. Etkili araştırma raporları çoğun şöyle der: Hemen hemen en çarpıcı ve temel uyuşmazlıklar yürürlükteki kuramca halledilebilirdi ama, keşke onların sorumluluğunun üstlenileceği bir zaman olsaydı. Bu raporları yazan kişiler, uyuşmazlıkların birçoğunu önemsiz ve basit bulurlar; genelde yalnız geçerli olan kurama inançları üstüne temellendirebildikleri bir değerlendirmedir bu da. Bu inanç olmadı mı, yapıtları da zaman ve yetenek israfından öteye bir şey değildir.

Bundan başka, bağlılık eksikliği, çoğun, bilim adamının, çözme şansı çok az olduğu problemleri ele almasıyla sonuçlanır. Bir aykırılığın araştırılması, yalnız ve yalnızca aykırılık değersiz-olmayanın ötesinde bir şey olduğunda verimli olur. Onu bulguladıktan sonra, bilim adamının ilk çabalarıyla mesleğininkiler, çekirdek fiziğinin günümüzde yapmakta olduğunu yapacaktır. Aykırılığı genelleştirmeye, aynı etkinin daha başka ve daha çok bilgilendiren dışavurumlarını bulgulamaya, hâlâ anladıklarını sandıkları görüngülerle karşılıklı karmaşık ilişkilerini incelemek yoluyla ona bir yapı kazandırmaya çalışacaklardır. Çok az aykırılık bu türden bir işleme yatkındır. Böyle olabilmek için, yürürlükteki bilimsel inancın yapı bakımından temel bir savıyla açık ve kuşkusuz bir çatışma içinde olmak zorundadırlar. Dolayısıyla, onların tanınmaları ve değerlendirilmeleri bir kez daha çağdaş bilimsel geleneğe sıkı bir bağlılık gerektirir.

Ayrıntılı olarak işlenmiş ve çoğun içrek (esoteric) bir geleneğin oynadığı bu temel rol, bilimsel araştırmada asal gerilime değinirken aklımdan çok geçirmiş olduğum bir şeydir. Kuşkusuzdur ki, bilim adamı, en azından potansiyel olarak, bir yenilikçi olmalıdır, anlıksal bir kıvraklık taşımalıdır ve varolduğu bir yerde aksaklıkları tanımaya hazırlıklı olmalıdır. Herkesçe tutulan kalıplaşmış tipin çoğu yanı kuşkusuz doğrudur ve karşılıklı olan kişilik karakterlerinin belirtilerini buna göre araştırmak önem taşımaktadır. Ama kalıplaşmış kişimizin bir yanı olmayan şey ve onunla dikkatli bir bütünleşmeye gereksinim duyuyormuş gibi görünen şey, aynı paranın öbür yüzü gibi bir şeydir. Bizler, temel bilimcinin aynı zamanda ne ölçüde sıkı bir gelenekçi –ya

da sizin sözlüğünüzle, eş-doğrultulu düşünür– olması gerektiğini bilirsek eğer, sanırım potansiyel bilimsel yeteneğimizi daha tam olarak kullanırız. Hepsinden önemlisi, bu iki yüzeysel olarak uyuşmayan problem çözüm biçiminin, hem bireyde ve hem de grup içinde nasıl bağdaşabileceğini anlamaya çalışmamız da gerekir.

Yukarda söylenenlerin hepsi, hem ayrıntılı bir hazırlığı ve hem de belge toplamayı gerektiriyor. Çok olasıdır ki, bunun bir kısmı süreç içinde değişecektir. Bu bildiri, gelişme halindeki bir çalışmayla ilgili bir rapordur. Ama onun büyük bir kısmının deneme niteliğinde ve, bütününün ise, eksikli olduğu üzerinde durmama karşın, yine de umuyorum ki, bildiri, çok açık ve kuşkusuz bir geleneğe giriş olarak çok iyi açıklanmış bir eğitim dizgesinin bilimsel, başarılı bir yapıtla niçin tam olarak bağdaşabileceğini göstermiştir. Ayrıca, bu eş-doğrultulu eğitim ile onun karşılığı olan eş-doğrultulu normal uygulama olasılık kazanmadan önce, bilimin hiçbir parçasının çok ileriye gidemeyeceğini ya da çok hızla ilerleyemeyeceğini öngören tarihsel savı akla yatkın kıldığımı umuyorum. Son olarak, bu bilimsel gelişim görüşünden kişilik bağlantıları türetmek benim yetkimin ötesinde olmakla birlikte, üretici bilim adamının bir gelenekçi; ama, kendileriyle oynanabilecek yeni kurallar ve yeni parçalar bulgulayan, başarılı bir yenilikçi olabilmek için yerleşik kurallarla karışık oyunlar oynamaktan hoşlanan bir gelenekçi olması gerektiği görüşüne anlam kazandırdığımı umuyorum.

Önceden planlanmış durumuyla, bildirim bu noktada sona erecekti. Ama, konferansa katılanlara dağıtılmış olan çalışma bildirisinde sağlanan ard-alana dayanarak onun üzerinde de yapılmış olan çalışma, sonradan bir ek yazıyı gerekli kıldı. Öyleyse, izninizle, olası bir yanlış anlama nedenini gidermeye çalışayım kısaca ve aynı zamanda bir hayli araştırmaya ivedilikle gereklik duyan bir problemi belirteyim.

Yukarda söylenmiş olan her şey temel bilime, uygulayıcıları genelde kendi problemlerini seçmekte görece özgür olan bir girişime uygulamaya dönüktür kesinlikle. Daha önce de işaret etmiş olduğum gibi, bu problemler, karakteristik bir yolla, paradigmaların açık seçik olarak nasıl uygulandığı ve bu uygulama-

nın sonuçlarına doğanın nasıl uydurulacağı konusunda heyecan verici bulmacaların çok tutulduğu alanlardan seçilmişlerdir. Açıkçası, yenilikçi ve uygulayıcı bilim adamı, genelde bu tür bulmacaları seçmekte özgür değildir. Aralarında seçme yapabildikleri problemler, olasılıkla, geniş ölçüde, bilimlere yabancı toplumsal, ekonomik ya da askeri durumlarla belirleneceklerdir. Öldürücü bir hastalık için bir ilaç, ev içini aydınlatmak için yeni bir kaynak, roket atıcı makinaların yeğin sıcaklığını köreltecek bir alaşım araştırma kararı, çoğun, ilgili bilim durumuna çok az gönderme ile yapılmak gerekir. Sanırım, daha dolayımsız bir yolla pratik olan bu çalışma türü içinde, üstün başarı için gerekli kişilik nitelikleri, temel bilimde büyük bir başarı için gerekli olanlarla aynı değildir büsbütün, hiçbir zaman. Tarih de göstermektedir ki, hemen yalnız birkaç kişi –bunların da çoğu sınırları kolayca çizilebilen alanlarda çalışmıştır– her ikisinde de üstün bir oruna yükselebilmiştir.

Bu görüşün bizi nereye götüreceğini elbette bilemem. Temel araştırma, uygulamalı araştırma ve buluş arasındaki cansıkıcı ayrılıklar çok daha araştırma gerektirmektedir. Ne var ki, sözgelişi, problemlerine hiçbir bilimsel paradigmanın tam olarak ilgili olması gereğini duymayan uygulamacı bir bilim adamı; salt bilim adamının karakteristik bir biçimde karşılaşmış olduğundan çok daha geniş, ama daha az katı bir eğitimden yarar sağlayabilir gibi görünmektedir. Kuşkusuz, en ilkel bilimsel eğitim eksikliğinin büyük yardımı dokunduğu birçok oluntu da bulunmaktadır teknoloji tarihinde. Bu grup bilim adamları şu oluntuyu anımsamak gereğini pek duymazlar: Edison'un elektrik ışığı, ark ışığının "alt-bölümlere ayrılamayacağını" öngören bilimsel genel görüşün karşısına çıkmıştı ve bu türden daha birçok oluntu vardır.

Ancak bu da sadece eğitimdeki ayrılıkların uygulamacı bilim adamını bir temel bilim adamına dönüştüreceği ya da tersi anlamına gelmemelidir. En azından şu ileri sürülebilir: Yaratıcı için, ama belki uygulamalı bilimdeki "garip kişiler" için de ideal olan, Edison'un kişiliği, temel bilimlerde köklü başarılar göstermekten alıkoymuştur onu. Kendisi de bilim adamlarını çok küçümsemiş ve gerektiğinde kiralanabilecek "kafası karışık" kişi-

ler diye düşünmüştür onları. Ama bu onun kendi başına arasıra çok kapsamlı ve sorumsuz bilimsel kuramlar kurmasına engel olmamıştır. (Bu örüntü elektrik teknolojisinin erken tarihinde de görülür; hem Tesla ve hem de Gramme, saçma kozmik şemalar öne sürmüşler ve yaşadıkları günün geçerli bilimsel bilgisinin yerini almaya bunların hakkı olduğunu düşünmüşlerdi.) Bu tür oluntular, salt bilimci ile yenilikçinin kişilik gerekliklerinin, belki ikisi arasında bir yerde olan uygulamacı bilim adamının gerekliklerinden büsbütün farklı olabileceği izlenimini pekiştirmektedir.[5]

Bütün bunlardan çıkarılabilecek daha başka bir sonuç var mıdır? Kurgusal bir düşünce beni zorluyor. Çalışma bildirilerini doğru okuduysam eğer, çoğunuz gerçekten *buluşçu* kişilik araştırmasındasınız; diyeceğim, değişik-doğrultulu düşünmeyi vurgulayan, ama Birleşik Devletler'in zaten bol bol üretmiş olduğu bir tür kişilik üzerinde durmaktasınız. Süreç içinde, temel bilim adamının, biraz farklı bir kişinin, temel gerekliklerinin kimini görmezlikten gelebilirsiniz; bunların saflarına Amerika'nın katkısı şimdiye değin epeyce seyrek olmuştur. Gerçekte çoğunuz Amerikalı olduğu için, bu bağlılaşıklık hiç de rastlantısal olmayabilir.

---

[5] Akkor ışığın teknik olanağına karşı bilim adamlarının koymuş olduğu tavır için bak. Francis A. Jones, *Thomas Alva Edison* (New York, 1908), ss. 99-100, ve Harold C. Passer, *The Electrical Manifacturers*, 1875-1900 (Cambridge, Mass, 1953), ss. 82-83. Bilim adamlarına karşı Edison'un koyduğu tavır için bak. Passer, agy., ss. 180-81. Bilimsel işlemlere bağlı olmayan daha başka alanlarda Edison'un kuramlaştırmasına bir örnek için bak, Dagobert D. Runes baskısı, *The Diary and Sundry Observations of Thomas Alva Edison* (New York, 1948), ss. 205-44, ve daha başka yerlerde.

10 Düşünce Deneyleri İçin Bir İşlev

L'aventure de la science, Mélanges Alexandre Koyré (Paris: Hermann, 1964), 2: 307-34.

Düşünce deneyleri, birçok kez, fizik biliminin gelişiminde bağlayıcı, önemli bir rol oynamıştır. En azından tarihçiler, insanın doğayı giderek daha çok kavraması yolunda, kimi zaman güçlü bir araç diye tanımlama zorunda kalmışlardır onları. Ama, kimi çok önemli etkileri nasıl gösterebildikleri de hâlâ tam açıklık kazanmış sayılamaz. İki ucundan yıldırım çarpmış, Einstein'ın treninin durumu gibi, laboratuvarda incelenmemiş durumları işlerler çoğun.[1] Bohr-Heisenberg mikroskopu durumunda olduğu gibi, kimi zaman, tam olarak incelenemeyen ve doğadan geçmesine de gerek olmayan[2] durumları ortaya koyarlar. Olup bi-

---

[1] Ünlü tren deneyi ilk olarak Enstein'ın görelik kuramı üstüne halk için yazmış olduğu, *Ueber die spezielle und allgemeine Relativitätstheorie (Gemeinverständlich)* (Braunschweig, 1916)'da yayınlanmıştır. Bu kitabın beşinci baskısında (1920), deney 14-19. sayfalarda betimlenmiştir. Benim alıntım bu kitaptandır. Unutmayalım ki bu düşünce deneyi Einstein'ın görelik üstüne ilk bildirisinde kullanılmış olanın sadeleştirilmiş bir versiyonudur sadece, "Zur Elektrodynamik bewegter Körper", *Annalen der Physik* 17 (1905): 891-921. Bu ilk düşünce deneyinde sadece bir ışık sinyali kullanılmıştır, diğerinin yerini ayna yansıtması almıştır.

[2] W. Heisenberg, "Ueber den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik," *Zeitschrift für Physik* 43 (1927): 172-98. N. Bohr, "*Atti del Congresso Internazionale des Fisici, 11-20 Settembre 1927*, C. 2 (Bologna, 1928), ss. 565-88. Kanıtlama, elektronu klâsik bir parçacık olarak incelemekle başlıyor ve, konumunu ya da hızını belirlemek için kullanılmış olan fotonla çarpışmasından önce ve sonraki yörüngesini tartışıyor. Varılan sonuç şunu gösteriyor: Bu ölçümler, klâsik bir yolla gerçekleştirilemez ve bu yüzden

tenlerin bu durumu, bir dizi kararsızlığın doğmasına yol açmıştır; bunlardan üçü, tek bir örneğin genişletilmiş çözümlenmesi yoluyla, bu bildiride incelenecektir. Tek bir düşünce deneyi, tarih açısından anlamı görülmüş olan deneylerin tümünü temsil edemez elbet. Zaten "düşünce deneyi" ulamı özetlenemeyecek denli çok geniş ve çok bulanıktır aslında. Birçok düşünce deneyi de burada incelenenden farklılaşır. Ama, Galileo'nun çalışmasından alınan bu özel örnek, kendi başına bir ilgi uyandırmakta ve bu ilgi de, fizik biliminin yirminci yüzyıldaki yeniden formüle edilişinde etkili olduğunu gösteren düşünce deneylerinin kimisine açıkça benzemesiyle artmış bulunmaktadır. Bu görüşü irdelemesem de, örneğin önemli bir sınıfın tipik durumu olduğunu söyleyebilirim.

Düşünce deneyleriyle ilgili incelemenin doğurduğu ana sorunlar, bir dizi soruyla formüle edilebilir. İlkin, bir düşünce deneyinde, tasarlanan durum açıkça keyfi olamayacağından, hakikate benzerliğin hangi koşullarına bağlıdır o? Hangi anlamda ve ölçüde durum, doğanın sunabileceği ya da gerçekten sunmuş olduğu bir durum olmalıdır? Bu kararsızlık da, öte yandan, bir ikincisine işaret ediyor. Her başarılı düşünce deneyinin, dizaynında dünya ile ilgili bir ön-bilgilenmeyi somutlaştırdığı kesin olduğuna göre, bu bilgilenme, deney içinde kendi başına önemli değildir. Tersine, gerçek bir düşünce deneyiyle uğraşacaksak eğer, onun dayanmış olduğu görgüsel veriler, deney daha tasarlanmadan önce, hem iyice bilinmeli ve hem de genelde kabul edilmiş olmalıdır. Öyleyse, yalnız ve yalnızca bildik verilere güvenerek, bir düşünce deneyi nasıl yeni bir bilgiye ya da yeni bir doğa kavrayışına yol açabilmektedir? Son olarak, üçüncü soruyu daha da kısaltarak koyarsak, ne türden yeni bir bilgi ya da kavrayış üretilebilir böylece? Bir şey umulabilirse eğer, bilim adamları düşünce deneylerinden ne öğrenmeyi umabilirler?

Bu sorulara oldukça kolay yanıtlar verilebilir ve ben, ilerki

---

başlangıçtaki betimleme, kuvantum tekniğinin izin verdiğinden daha çok kabul edilebilir. Kuvantum mekaniği ilkelerinin bu ihlali düşünce deneyinin anlamını yine de azaltmaz.

iki bölümde, hem tarihten ve hem de ruhbilimden alınan örneklemelerle bunları işleyeceğim. Bu yanıtlar –besbelli önemlidirler ama, sanırım pek de doğru sayılmazlar–, düşünce deneylerinin oluşturduğu yeni kavrayışın yeni bir *doğa* anlayışı değil, daha çok, bilim adamının *kavramsal aygıtının* anlayışı olduğunu dile getirirler. Bu çözümlemeye göre, düşünce deneyinin işlevi, bilim adamını, başlangıçtan itibaren düşünme yolunda içkin olarak bulunan çelişkileri tanımaya zorlamak yoluyla, ilk karışıklığın giderilmesinde yardımcı olmaktır. Yeni bilginin bulgulanmasından farklı olarak, varolan bu karışıklığın giderilmesi daha başka ek görgüsel veriler gerektiriyormuş gibi görünmüyor. Tasarlanmış durumun doğada gerçekten bulunan bir durum olmasına da gerek yok. Tersine, tek amacı karışıklığı gidermek olan düşünce deneyi, yalnızca bir tek hakikate-benzerlik koşuluna bağlıdır. Tasarlanmış durum, bilim adamının, daha önce normal bir biçimde kullanmış olduğu tarzda kavramlarını uygulayabileceği bir durum olmalıdır.

Son derece akla yakın ve felsefi geleneğe sıkıca bağlı oldukları için bu yanıtlar ayrıntılı ve ciddi bir inceleme isterler. Ayrıca, bunlara kısaca bir bakış bile, temel çözümleme araçları da sağlayabilir. Yalnız, içinde düşünce deneyinin işlerlik gösterdiği tarihsel durumun önemli çizgilerini gözden kaçırabilirler. Bu bildirinin son iki bölümü, bir bakıma farklı türden yanıtlar araştırır bu yüzden. Özellikle de üçüncü bölüm, ilgili düşünce deneyinin gerçekleşmesinden önce, bilim adamının durumunu "çelişkili" ya da "karışık" diye betimlemenin büyük ölçüde yanıltıcı olduğunu duyumsatacaktır. Düşünce deneylerinin, daha önce savunduklarından farklı yasalara ve kuramlara ulaşmakta bilim adamlarına yardımcı olduğunu söylersek, hakikate daha da yaklaşmış oluruz. Bu durumda, önceki bilgi yalnız, bilimsel ilerlemenin, mesleği, gereksiz bulup bir yana atmaya zorladığı tüm yasalara ve kuramlara karışıklık ve çelişki yükleyecek daha çok özel ve büsbütün tarihdışı anlamda, "karışık" ve "çelişkili" olabilir. Ama bu betimleme, düşünce deneyi etkilerinin, yeni veriler sunmasa bile, edimsel deneyin etkilerine, genellikle varsayılagelenden daha yakın olduğunu anlatır ister istemez. Son bölüm, bunun nasıl gerçekleşebileceğini anlatmaya çalışacaktır.

Edimsel düşünce deneylerinin hazır kavramların yeniden formüle edilmesine ve yeniden ayarlanmasına içinde yardımcı oldukları tarihsel bağlam, kaçınılmaz olarak, olağanüstü bir biçimde karmaşıktır. Tarihdışı olduğu için, daha basit bir örnekle işe başlayacağım bu yüzden ve bu amaçla, İsviçreli parlak ruhbilimci Jean Piaget'nin laboratuvarda gerçekleştirmiş olduğu kavramsal bir bağlam aktarımını izleyeceğim. İşin içine girdikçe, konumuzdan böyle açıkça ayrılmanın gerekçesi ortaya çıkacaktır. Piaget, çocuklarla çalışıyordu; ilkin, onları gerçek bir laboratuvar durumuyla karşı karşıya getiriyordu; sonra da bu durumla ilgili sorular soruyordu. Ama, biraz daha gelişkin deneklerde, herhangi bir fiziksel sergiciliğe başvurmaksızın, aynı etki, salt sorularla da oluşturulabiliyordu. Bu sorular kendiliklerinden üretildiklerinde, Galileo'nun yapıtından alınan, daha sonraki bölümde sergilenecek bir düşünce-deneyi durumuyla karşı karşıya geliriz. Ayrıca Galileo deneyiyle yaratılan özel aktarım, Piaget'nin laboratuvarda oluşturmuş olduğu ile çok yaklaşık olarak aynı olduğu için, daha temel bir durumla işe başlayarak çok şey öğrenebiliriz.

Piaget'nin laboratuvar deneyi, çocuklara biri kırmızı, öbürü mavi olmak üzere, farklı iki renkte iki oyuncak otomobil sunuyordu.[3] Her deneysel gösterimde, her iki araba doğru bir çizgi üzerinde, düzgün bir biçimde deviniyordu. Kimi zaman her ikisi de aynı uzaklığı, ama değişik zaman aralıklarıyla geçiyorlardı. Daha başka gösterimlerde, gerekli zaman aynıydı ama, arabanın biri daha büyük bir uzaklığa gidebiliyordu. Kısacası, ne uzaklıkların ne de geçiş sürelerinin büsbütün aynı olmadığı kimi deneyler söz konusuydu. Arabaların her çalışmasından sonra Piaget deneklerine, hangi arabanın daha hızlı devindiğini ve çocuğun bunu nasıl söyleyebildiğini soruyordu.

Çocukların bu soruları nasıl yanıtladıkları üzerinde dururken, ben dikkatimi, deneylerden bir şey öğrenemeyecek derecede yeterince yaşlı ve yanıtları henüz bir ergin kişiye yakışma-

---

[3] J. Piaget, *Les notions de mouvement et de vitesse chez l'enfant* (Paris, 1946), özellikle 6. ve 7. bölümler. Aşağıda betimlenmiş olan deneyler daha sonraki bölümdedir.

yacak şekilde yeterince genç bir ortalama grup üzerine çeviriyorum. Bu gruptaki çocuklar, birçok kez hedefe ilk ulaşan ya da devinimin çoğunda önde giden otuyu "daha hızlı" diye betimliyorlar. Ayrıca, aynı toplam zaman içinde, "daha yavaş" giden arabanın "daha hızlı" gidene göre daha çok alandan geçtiğini tanıdıklarında da, terimi yine bu yolla uygulamayı sürdürüyorlar. Sözgelimi, her iki arabanın aynı çizgiden yola çıktığı, ama kırmızı arabanın daha sonra harekete geçtiği ve mavi arabaya hedefte eriştiği bir durumu ele alalım. İtalik harflerle yazılı çocuk katkılarıyla birlikte şu diyalog tipik bir durum yansıtıyor: "Arabalar aynı zamanda mı ayrıldılar?" – *"Hayır, mavi ilkin ayrıldı."* – "Birlikte mi vardılar hedefe?" – *"Evet."* – "İkisinden biri daha hızlı mıydı, yoksa aynı mıydılar?" – *"Mavi daha hızlı gitti."*[4] Bu yanıtlar, sadelik olsun diye benim "hızlı"nın uygulaması için "hedefe-varış" ölçütü adını verdiğim şeyi gösterirler.

Hedefe-varış, Piaget'nin çocuklarının kullanmış olduğu tek ölçüt olsaydı, salt deneylerin öğretebileceği bir şey bulunmazdı. O zaman, bunların "hızlı" kavramlarının yetişkininkinden farklı olduğu ve, onu durmadan kullandıkları için de, yalnız bir büyük akrabanın ya da pedagojik yetkenin işe karışmasının değişiklik yaratabileceği sonucuna varırdık. Ama, daha başka deneyler, ikinci bir ölçütün bulunduğunu ortaya çıkarıyor ve az önce betimlenmiş olan deney bile bunu yapacak duruma getirilebiliyor. Yukarda kaydedilen sergilemeden hemen sonra, aygıt öylesine ayarlanır ki, kırmızı araba çok geç harekete geçer ve maviyi hedefte yakalayabilmek için özellikle hızlı hareket etmek zorunda kalır. Bu durumda, aynı çocukla yapılan diyalog şöyle geçmiştir: "Biri öbüründen daha hızlı gitti mi? – *"Kırmızı gitti."* – "Bunu nasıl anladınız?" – "GÖZLEDİM."[5] Açıktır ki, devinimler yeterince hızlı olduklarında, doğrudan doğruya ve oldukları gibi,

---

[4] Agy., s. 160, benim çevirim.

[5] Agy., s. 161, benim vurgum. Bu pasajda "plus fort"u (daha güçlü – ç.n.) "daha hızlı (quickly)" diye çevirdim; daha önceki pasajda Fransızcası "plus vite" (daha hızlı – ç.n.) idi. Ama deneyin kendisi de göstermektedir ki, hepsinde değilse de bu bağlamda "daha güçlü mü?" ve "daha hızlı mı?" sorularına yanıt aynıdır.

çocuklarca algılanabilmektedir. (Bir saat üzerinde saniye ibresinin devinimini yetişkinlerin "görme" tarzını, dakika ibresinin konum değişikliğini gözlemlemeleri tarzı ile karşılaştır.) Hızlı giden arabayı tanılayabilmek için çocuklar bazan bu devinimi doğrudan algılama yolunu tutarlar. Daha iyi bir sözcük bulamadığım için, buna karşılık olan ölçüte, "algı bulanıklığı" adını vereceğim.

Piaget'nin laboratuvarında çocukların öğrenmelerini olanaklı kılan şey, hedefe-varış ve algı bulanıklığı şeklindeki iki ölçütün bir arada bulunmasıdır. Laboratuvar olmadan da doğa, Piaget grubundaki daha yaşlı çocuklara öğrettiği gibi, erinde gecinde aynı dersi öğretecektir. Sık sık denemezse de (ya da çocuklar kavramı pek uzun bir süre koruyamadıkları için), arada sırada doğa bir durum ortaya koyar ve bunun içinde, doğrudan algılanmış olan hızı yavaş olan bir cisim, hedefe ilk olarak varabilir yine de. Bu durumda iki ipucu birbiriyle çatışır; çocuk, cisimlerin her ikisinin de "hızlı" ya da her ikisinin de "yavaş" olduklarını; ya da aynı cismin hem "hızlı" ve hem de "yavaş" olduğunu söylemeye zorlanabilir. Bu paradoksal yaşantı, laboratuvarda, arasıra çarpıcı sonuçlarla, Piaget tarafından yaratılmış olan bir deneydir. Bir tek paradoksal deney karşısında kalan çocuklar, bir nesnenin ilkin "hızlı" olduğunu söyleyecek ve daha sonra aynı etiketi hemen öbürüne yapıştıracaktır. Verdikleri yanıtlar, deneysel düzenlemede ve soruların dile getirilmesinde, küçük ayrımlara bağlıdır, etkili bir biçimde. Son olarak, yanıtlarının açıkça keyfi kararsızlığının bilincine erdikçe, ya akıllı olan ya da çok iyi hazırlığı bulunan çocuklar, "hızlı" ile ilgili ergin anlayışını ya bulgularlar ya da icat ederler. Birazcık bir uygulama ile de aralarından kimileri, onu tutarlı bir biçimde kullanır bundan böyle. Bunlar, Piaget laboratavuarına açık bulunmalarından dolayı bilgilenen çocuklardır.

Yalnız, bu araştırmayı güdüleyen soru dizisine dönersek, onların öğrendikleri ve onu nereden öğrendikleri konusunda ne diyeceğiz? Şimdilik ben, daha sonraki bir bölümün çıkış noktası olacak, minimal ve bütünüyle geleneksel bir yanıt dizisiyle yetinmek istiyorum. "Daha hızlı" şeklindeki kavramsal bağıntıyı uygulamakta iki bağımsız ölçüt içermiş olduğu için, Piaget'nin

çocuklarının laboratuvara getirmiş oldukları anlıksal aygıt, örtülü bir çelişki taşıyordu içinde. Laboratuvarda yeni bir durumun etkisi, hem açık-olma ve hem de soruşturma içinde olmak üzere, çocukları bu çelişkiden bilinçlendirmeye zorluyordu. Bunun sonucu olarak, aralarından kimileri, belki de onu iki kola ayırma yoluyla, "hızlı" kavramını değiştiriyordu. İlk kavram, ergin insanın "hızlı" kavramı ve "ilk olarak hedefe-varış" kavramı gibi bir şeylere bölünüyordu. Böylece, çocukların kavramsal aygıtı, daha zengin ve çok daha upuygun bir nitelik kazanıyordu olasılıkla. Önemli bir kavramsal yanılgıdan kaçınmayı ve, böylece, daha açık düşünmeyi öğreniyorlardı.

Bu yanıtlar da öte yandan bir başkasına yol açar; çünkü, pedagojik bir hedefe varabilmek için, Piaget'nin deneysel durumlarının yerine getirmek zorunda bulunduğu tek bir koşula işaret eder. Bu durumlar keyfi olamazlar açıkça. Çok farklı sebeplerden dolayı, bir ruhbilimci, bir ağaç mı yoksa bir lahana mı daha hızlıdır diye çocuğa bir soru açabilir; dahası, bir yanıt da alabilir olasılıkla;[6] ama, çocuk bu yüzden daha açık seçik olarak düşünmeyi öğrenemeyecektir. Yalnız bunu yapmak zorunda ise eğer, ona sunulan durum, en azından, konuyla ilgili olmalıdır. Diyeceğim, bağıl hız yargısını ortaya attığında, akışıklıkla kullandığı ipuçlarını sergilemesi gerekir. Öte yandan böyle olmasının normal olması gerekse de, bütün durumun böyle olmasına gerek yoktur. Paradoksal devinimler gösteren bir animasyonlu kartonla sunulduğunda, çocuk, kavramlarıyla ilgili olarak aynı sonuçlara varacaktır; doğanın kendisi, hızlı cisimler her zaman ilk olarak hedefe varır yasasıyla yönetilmiş olsa bile. Demek ki fiziksel hakikate-benzerlik koşulu yoktur. Normal ipuçlarının uygulanması elverdiği sürece deneyci, gönlünün istediği herhangi bir durumu aklından geçirebilir.

Şimdi de tarihsel, ama başka bir yönden onun benzeri bir anlayışı gözden geçirelim; bu da yine tasarlanmış bir durumun

---

[6] Tıpkı bunun gibi sorular, değişik sözcüklerin "anlambilimsel profili" dediği şeyi elde edebilmek için Charles E. Osgood'ca kullanılmış bulunmaktadır. Son çıkan kitabına bak: *The Measurment of Meaning* (Anlamın Ölçümü), (Urbana, III, 1957).

sıkı çözümlenmesince öne sürülmüştür. Piaget'nin laboratuvarındaki çocuklar gibi, Aristoteles'in *Physica*'sı ve ondan kaynaklanan gelenek, hız tartışmalarında kullanılan çok farklı iki ölçütün kanıtını verir. Genel görüş çok iyi bilinmektedir ama, burada vurgulamak üzere yeniden ele almak gerekir. Birçok durumda Aristoteles devinime ya da değişikliğe (onun fiziğinde bu iki terim birbirinin yerine geçebilir), bir durum değişikliği gözüyle bakar. Dolayısıyla, "her değişiklik bir şey'*den* bir şeye olur – *metabole* sözcüğünün de gösterdiği gibi".[7] Aristoteles'in bu gibi önermeleri yinelemesi, göksel olmayan herhangi bir devinimi, bir bütün olarak kavranması gereken, sonlu, tamamlanmış bir edim gibi gördüğünü gösterir normal olarak. Buna karşılık, bir devinimin toplamını ve hızını, uç noktalarını betimleyen parametreler, yani Orta Çağ fiziğinin *termini a quo* ile *ad quem*'i* çerçevesinde ölçer.

Aristoteles'in hız görüşünün sonuçları, hem dolayımsız ve hem de apaçıktır. Kendisinin de yazmış olduğu gibi, "iki nesneden hızlı olanı, eşit bir zaman diliminde daha büyük bir büyüklüğü geçer; eşit bir büyüklüğü daha az zamanda ve daha büyük bir büyüklüğü daha az zamanda geçer."[8] İmdi başka bir yerde de, "eşit bir zaman diliminde *aynı* değişiklik gerçekleştiğinde, eşit bir hız vardır" der.[9] Bu sayfalarda, Aristoteles'in yazılarından daha başka alıntılarda da olduğu gibi, örtülü hız-kavramı, bizim "ortalama hız" dediğimize çok benzer; toplam uzaklığın toplam geçen zamana oranıyla eşitlediğimiz bir niceliktir bu da. Çocuğun hedefe-varış ölçütü gibi, bu hızı değerlendirme yolu da bizimkinden farklıdır. Ama, yineleyelim, ortalama hız ölçütü tutarlı bir yolla kullanıldığı sürece, bu ayrımın hiçbir zararı olmaz.

Ancak, yine Piaget'nin çocukları gibi, Aristoteles, çağcıl bir

---

[7] Aristoteles, *Physica*, çev. R. P. Hardie ve R. K. Gaye, *The works of Aristotle*, C. 2 (Oxford, 1930), 224 b 35-225 a 1.

* *Termini a quo* (Lat.): Başlangıç noktası, günü; *termini ad quem*: bitiş noktası, günü (ç.n.).

[8] Agy., 232 a 25-27.

[9] Agy., 249 b 4-5.

bakış açısından ele alındığında, her yerde tutarlılık göstermez. O da hızı değerlendirirken çocuktaki kavram bulanıklığını andıran bir ölçüte sahip gibidir. Özellikle de başlangıca yakın bir cismin hızı ile, deviniminin sonuna yakın bir cismin hızı arasında ayrım gözetir arada sırada. Sözgelimi, dinginlikte sona eren doğal ve zorlanmamış devinimleri; dışardan bir devindirici isteyen, zorlama devinimlerden ayırt ederken şöyle der: "Ama dinginliğe gelen şeyin hızı hep artıyormuş gibi görünse de, hızla taşınan şeyin hızı hep düşüyormuş gibi görünür."[10] Birkaç benzeri pasajda olduğu gibi burada da uç noktaların, geçilen uzaklığın ya da geçen zamanın adı hiç anılmaz. Tersine, Aristoteles bizim "anlık hız" diye betimlediğimiz ve ortalama hızdan büsbütün farklı özellikler taşıyan bir devinim görünüşünü, doğrudan doğruya ve belki de kavramsal yolla kavramaktadır. Ama ne var ki, Aristoteles böyle bir ayrım gözetmez. Gerçekten aşağıda da göreceğimiz gibi, fiziğinin ağır basan önemli yanları, onun ayrım gözetmedeki başarısızlığıyla koşullanmış bulunmaktadır. Dolayısıyla, Aristoteles'çi hız kavramını kullanan kişiler, Piaget'nin çocuklarının karşılaştığı paradoksa benzeyen paradokslarla karşılaşabilirler.

Bu paradoksları görünür kılmak için Galileo'nun kullanmış olduğu düşünce deneylerini bir süre sonra inceleyeceğiz; ama ilkin, Galileo'nun zaman ile birlikte hız kavramının artık Aristoteles'in bize devrettiği biçimde olmadığını belirtelim. Biçimlerin serbestliğini inceleyebilmek için ondördüncü yüzyılda geliştirilmiş ve çok iyi bilinen çözümleme teknikleri, devinimle ilgili çalışmalarda bulunanların işine yarayacak kavramsal aygıtı zenginleştirmiştir. Özellikle, bir yandan devinimin toplam hızının yeğinliği ile, öte yandan devinimin her noktasındaki hızın yeğinliği arasında bir ayrımı ortaya koymuşlardır. Bu kavramların ikincisi, çağcıl anlık hıza çok yakındı; birincisi, Galileo'nun getirdiği kimi önemli düzeltmelerden sonra da olsa yalnızca, çağdaş ortalama hız kavramına doğru büyük bir ileri adımdı.[11]

---

[10] Agy., 230 b 23-25.

[11] Biçimlerin serbestliği sorununun tümünün ayrıntılı bir tartışması için bak: Marshall Clagett, *The Science of Mechanics in the Middle Ages* (Madison,

Aristoteles'in hız kavramında örtülü paradoksun bir bölümü, Galileo'nun yazdığından iki buçuk yüzyıl önce, Orta Çağ'da bir yana atılmıştı.

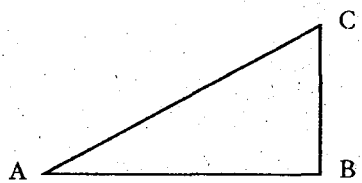
Ne var ki, görüşlerdeki bu Orta Çağ dönüşümü, önemli bir bakımdan tamamlanmamıştı. Biçimlerdeki serbestlik iki farklı devinimin karşılaştırılmasında, yalnızca, her ikisi de aynı "genişleme"ye sahip olduğunda, aynı uzaklığı geçtiğinde ya da aynı zamanı harcadığında kullanılabilirdi. Richard Swineshead'in Merton kuralı için söyledikleri, çoğun pek savsaklanmış olan bu sınırlandırmayı görünür kılmaya yaramıştır: Bir hız artışı düzenli bir biçimde kazanıldı ise, o zaman, "bu artış yardımıyla geçilebilen kadar uzay... bu artışın (ya da hızın yeğinliğinin) ortalaması yardımıyla da geçilebilecektir, sanki, bir şey, bütün zaman içinde hep bu ortalama ile devinecektir."[12] Burada geçen zaman her iki devinim için de aynıdır, yoksa karşılaştırma tekniği çöker, işlemez olur. Geçen zaman farklı olduğunda, yeğinliği düşük, ama uzun süreli, düzgün bir devinim, yalnız kısa bir süre devam etmiş olan daha yeğin bir devinimden (örneğin, daha büyük anlık hızı olan bir devinimden) daha büyük bir toplam hıza sahip olurdu. Orta Çağ devinim çözümlemecileri, tekniklerinin el atabileceği karşılaştırmalara dikkatlerini çevirmek yoluyla, bu potansiyel güçlükten uzak kalabiliyorlardı genelde. Ama Galileo daha genel bir teknik istedi ve, onu geliştirirken (ya da en azından başkalarına öğretirken), Aristoteles'çi paradoksun tümünü gözler önüne seren bir düşünce deneyi kullandı. Onyedinci yüzyılın ilk üçte birinde güçlüğün hâlâ çok gerçek olduğu ile ilgili iki güvence var elimizde. Biri Galileo'nun pedagojik görüş keskinliği – kitabı gerçek problemlere yönelikti. Ama daha etkileyici olanı da şu gerçektir ki, Galileo güçlükten uzak kalmayı her zaman başaramıyordu.[13]

Wis., 1959), Kısım 2.

[12] Agy., s. 290.

[13] Bu türden çok önemli bir yanlış Galileo'nun *"Dialogue concerning the Two Chief World Systems"inde* "İkinci Gün"de olur (bak. Stillman Drake çevirisi, [Berkeley, 1953], ss. 199-201). Galileo orada şunu öne sürer: Ne denli hafif olursa olsun hiçbir maddi cisim dönmekte olan bir yeryüzünden fırlatılmaz,

İlgili deney, Galileo'nun *İki Büyük Dünya Dizgesi ile ilgili Diyalog*'unda, "İlk Gün" bölümünün hemen başında yer almaktadır.[14] Galileo adına konuşan Salviati karşısındaki iki konuşmacıdan, AB yatay düzlemi üzerinde, düşeyde aynı uzaklığa çıkan, CB düşey düzlemi ve CA eğik düzlemi gibi iki düzlem düşünmelerini istiyor. İmgelemlerine yardımcı olmak üzere, Salviati, aşağıdaki gibi bir şekli de gösteriyor. Bu iki düzlem boyunca iki



cismin, C'deki ortak bir çıkış noktasından, hiçbir sürtünme olmaksızın kaydığını ya da yuvarlandığını tasarlamalarını istiyor. Son olarak, konuşmacılardan, Salviati, kayan cisimlerin her ikisi de A ve B noktalarına eriştiğinde, aynı canlılığı ya da hızı, diyeceğim, yola çıktıkları düşey yüksekliğe onları yeniden taşımak için gerekli hızı kazanmış olacaklarını kabul etmelerini istiyor.[15] Bu istek de yerine getiriliyor ve sonra Salviati diyaloga katılanlardan, bu iki cisimden hangisinin daha hızlı devindiğini soruyor. Bundaki amacı, onlara şunu duyurmaktır: O sıralarda ge-

---

hatta yeryüzü olduğundan çok daha hızlı dönse bile. Bu sonuç (ki Galileo dizgesi bunu gerektirmektedir – yanlışı, kuşkusuz kasıtlı değilse de, nedensiz değildir) düzgün bir biçimde hızlandırılmış bir devinimin sonal hızı sanki devinimin geçtiği uzaklıkla orantılıymış gibi işlem yapılarak kazanılır. Bu orantı Merton'cu kuralın doğrudan bir sonucudur elbet, ama yalnız aynı zamanı gerekli gören devinimlere uygulanabilir. Bu pasaja Drake'in kattığı notlar da incelenmelidir, çünkü âdeta farklı bir yorum getiriyorlar.

[14] Agy., ss. 22-27.

[15] Galileo bu ayrıcalığı âdeta benim aşağıda kullandığımdan daha az kullanmaktadır. Kesin olarak söylersek, eğer CA düzlemi A'nın ötesine uzatılabilirse ve uzatılan düzlem üzerinde yuvarlanan cisim hız kazanmayı sürdürürse, kanıtlaması buna bağlı kalmaz. Daha sade olması kaygısıyla, dizgeli özetini ben uzatılmamış düzlem ile sınırlayacağım ve böylece kitabının ilk bölümünde Galileo'ca sağlanmış olan kılavuzu izleyeceğim.

çerli olan hız kavramını kullanırlarsa, düşey düzlem boyunca devinimin, eğik düzlem boyunca deviniminden, aynı zamanda, daha hızlı, hız bakımından ona eş ve daha yavaş olduğunu kabul etmek zorunda kalacaklardır. Başka bir amacı daha vardır: Bu paradoksun etkisi altında, konuşmacılara ve okurlara, hızın devinimin bütününe yüklenmemesi, daha çok parçalarına yüklenmesi gerektiğini duyurmaktadır. Kısacası, düşünce deneyi, Galileo'nun kendisinin de işaret etmiş olduğu gibi, onun *İki Yeni Bilim* adındaki kitabının "Üçüncü Söylev"inde geçen düzgün ve ivmeli devinim üstüne tüm tartışmaya bir ön-çalışmadır. Diyalogtan yapılan alıntılar ve veriler bizi ilgilendirmediği için, tanıtlamayı da ben büyük ölçüde özetleyip dizgeleştiriyorum. Hangi cismin daha hızlı olduğu ilk kez sorulduğunda, karşımızdaki konuşmacılar, aramızdaki fizikçilerin daha iyi bilmelerine karşın, hepimizin vardığı yanıtı veriyorlar. Düşey düzlemdeki devinim, açıkça daha hızlıdır diyorlar.[16] Daha önce karşılaşmış olduğumuz üç ölçütten ikisi birbiriyle birleşiyor. Nesneler hep birlikte devinim durumunda iken, düşey düzlemde devinen 'daha bulanık'tır. Ayrıca, düşey düzlemdeki devinim, hedefine ilkin varan devinimdir.

Ama bu apaçık ve son derece çekici yanıt, güçlüklerin doğmasına yol açar hemen ve bunları da konuşmacıların en akıllısı Sagredo tanır ilk kez. Yanıtın, başlangıçtaki kabul ile bağdaşmaz olduğuna işaret eder (ya da çok yakın olarak öyle yapar – kanıtlamanın bu bölümünü ben, özgün metinde olduğundan hafifçe daha bağlayıcı kılıyorum). Cisimler dinginlikten yola çıktıkları için ve hep birlikte aynı sonal hızı kazandıkları için, aynı ortalama hıza sahip olmaları gerekir. Öyleyse biri öbüründen nasıl daha hızlı olabiliyor? Bu noktada Salviati yeniden tartışmaya giriyor ve dinleyicilerine "iki devinimden hızlı olanın aynı uzaklığı daha az zamanda geçendir diye" genellikle tanımlandığını anımsatıyor. Güçlüğün bir kısmının, farklı uzaklıkları geçen

---

[16] Bunun çok ayartıcı ve doğal bir yanıt olduğundan kuşku duyan kimse, benim yaptığım gibi, mezun olmuş fizik öğrencileriyle Galileo'nun sorusunu denemelidir. Daha önceden sonuçta ne olacağı söylenmedikçe, onların birçoğu Salviati'nin karşısındakilerle aynı yanıtı verecektir.

iki devinimi karşılaştırmaktan doğduğunu söylüyor. Buna karşılık, diyaloga katılanların devinim durumundaki iki cismin gerektirdiği zamanları, ortaklaşa standart bir uzaklık üzerinde karşılaştırmaları gerektiğini ileri sürüyor. Bir standart olarak da, CB düşey düzleminin uzunluğunu seçiyor.

Ama bu tutum, problemi daha da karıştırıyor. CA, CB'den daha uzundur ve, hangi cisim daha hızlı deviniyor sorusuna yanıt da, CA eğik düzlemi üzerinde, CB standart uzunluğunun ölçüldüğü yere kritik bir biçimde bağlanmış oluyor. Eğik düzlemin tepesinden aşağıya doğru ölçüldü ise, o zaman düşey düzlem üzerinde devinen cisim, devinimi, eğik düzlem üzerindeki cismin CB'ye eşit bir uzaklıktan geçmek için istediğinden daha az bir zamanda tamamlayacaktır. Dolayısıyla düşey düzlem üzerinde giden devinim daha hızlıdır. Öte yandan, standart uzaklık eğik düzlemin aşağısından yukarıya ölçülürse, düşey düzlem üzerinde devinen cisim, devinimini tamamlayabilmek için, eğik düzlem üzerindeki cismin aynı standart uzaklığı geçebilmek için gereksinim duyduğu zamandan daha çok zamana gereksinim duyacaktır. Dolayısıyla, düşey düzlem üzerinde giden devinim daha yavaş olacaktır. Son olarak, Salviati şöyle akıl yürütüyor: CB uzaklığı eğik düzlemin özel bir iç parçası üzerinde uzanıyorsa, iki standart bölümü geçebilmek için iki cismin gereksinim duyduğu zamanlar aynı olacaktır. Düşey düzlem üzerindeki devinim, eğiktekiyle aynı hızda olacaktır. Bu noktada diyalog, tek bir durumla ilgili tek bir soruya üç yanıt veriyor, ama bunların da her biri öteki ikisiyle uyuşmuyor.

Varılan sonuç paradoksaldır elbet ve, devinim üstüne tartışırken, çözümleme yaparken ya da deney yaparken kullanılan kavramlarda bir değişiklik yapmak için, Galileo'nun çağdaşlarını hazırlamış olduğu yol budur ya da yollardan biri budur. *İki Yeni Bilim* yayınlanıncaya değin, yeni kavramlar kamuya göre tam olarak geliştirilmemiş olmakla birlikte, *Diyalog,* kanıtlamanın nerede olgunlaştığını baştan gösteriyor. "Daha hızlı" ve "hız" terimleri geleneksel bir biçimde kullanılmamalıdır. Belli bir özel anda bulunan bir cismin, başka cismin aynı zamanda ya da başka bir özelleştirilmiş anda sahip bulunduğundan daha hızlı anlık bir hıza sahip olduğu söylenebilir. Ya da özel bir

cismin, özel bir uzaklığı başka bir cismin aynı ya da daha başka bir uzaklığı geçişinden daha hızlı geçebildiği söylenebilir. Ama bu iki tür önerme, devinimin aynı karakteristiklerini açıklamaz. "Daha hızlı", hem bir yandan, özel anlarda anlık devinim oranlarının karşılaştırılmasına ve hem de öte yandan, bu iki özelleştirilmiş devinimin bütünlüğünün tamamlanması için gerekli zamanların karşılaştırılmasına uygulandığında, farklı bir şeyi dile getirir. Bir cisim, bir anlamda "daha hızlı"dır, ama başka bir anlamda değildir, olmayabilir.

Galileo düşünce deneyinin öğretime yardımcı olduğu nokta işte bu kavramsal reform hareketidir ve, bundan ötürü, onunla ilgili eski sorunlarımızı sorabiliriz. Açıktır ki, minimal yanıtlar, Piaget deneylerinin sonucu ele alındığında sağlanmış olanlarla aynıdır. Devinimin incelenmesine Aristoteles'in uygulamış olduğu görüşler, bir bölüğüyle, çelişkiliydiler ve Orta Çağ boyunca da bu çelişki tümüyle bir türlü giderilememişti. Galileo'nun düşünce deneyi, okurları, düşünme yollarında örtülü olarak bulunan paradoksla karşı karşıya getirerek, güçlüğü öne çıkarmıştı. Bunun sonucu, onların kavramsal aygıtlarını değiştirmekte onlara yardımcı olmuştu.

Şimdi bunların çoğu doğru ise, o zaman, düşünce deneyinin zorunlu olarak uyuşacağı hakikate-benzerlik ölçütünü de görebiliriz. Cisimler eğik ya da düşey düzlemlerden aşağı inerken, gerçekten düzgün olarak ivmelendirilmiş bir devinim yapıp yapmadığı, Galileo'nun kanıtlamasında fark etmez. Giderek, bu düzlemlerin yükseklikleri aynı olduğunda, iki cismin dipte gerçekten eşit anlık hızlara erişip erişmediği de önemli sayılmaz. Galileo, bu kanıtların hiçbirini tartışma zahmetine girmez. *Diyalog*'un bu bölümündeki amacı için, bu gibi şeylerin gerçek olduğunu varsaymamız tamamen yeterlidir. Öte yandan, Galileo'nun deneysel durumu seçmesinin keyfi olabileceği sonucu da çıkmaz buradan. Sözgelimi, C noktasında devinimine başladığı anda cismin yokolduğu ve daha sonra, aradaki uzaklığı geçmeksizin, A noktasında kısa süreli olarak yeniden göründüğü bir durumla karşı karşıya olduğumuzu, yararlı bir biçimde duyuramamıştır. Bu deney "daha hızlı"nın uygulamasında sınırlamalar gösterecektir ama, nicelik sıçramasının tanınmasına değin en azından,

bu sınırlamalar bilgilendirici olmayacaklardır. Ne bizler ve ne de Galileo okurları, geleneksel bir yolla kullanılmış olan kavramlar üstüne herhangi bir şey öğrenemeyiz bunlardan. Bu kavramlar, böyle bir durumda uygulanmak üzere düşünülmemişlerdir asla. Kısacası, bu tür düşünce deneyi etkili olacaksa eğer, daha önce kullanılmış oldukları yollarda kavramları kullanabilmek olanağını, onu yapacak ya da inceleyecek olanlara vermelidir. Sadece bu koşul karşılandığında düşünce deneyi, yandaşlarını normal kavramsal işlemlerinin beklenmedik sonuçlarıyla karşı karşıya getirebilir.

Bu noktada, kanıtlamamın temel bölümleri, en azından onyedinci yüzyıldan bu yana, bilimsel düşünce çözümlenmesinde geleneksel felsefi bir konum diye kabul ettiğim şeyle koşullanmıştır. Bir düşünce deneyi etkili olacaksa eğer, daha önce de görmüş olduğumuz gibi, normal bir durumu, diyeceğim, deneyi çözümleyen adamın, daha önceki deneyle kendini harekete geçmek için iyice donatılmış hissettiği bir durumu göstermelidir. Tasarımlanan durumla ilgili hiçbir şey, tümüyle yabancı ya da acayip olamaz. Dolayısıyla, eğer gerektiği gibi, deney daha önceki doğa deneyine bağlı bulunuyorsa, bu deney, denemeye girişilmeden önce, genellikle bildik olmak gerekir. Düşünce-deneysel durumun bu yanı, benim bugüne kadar durmadan çıkardığım sonuçlardan birini dikte ediyormuş gibi görünmüştü. Dünya ile ilgili hiçbir yeni bilgiyi somutlamadığı için, bir düşünce-deneyi daha önceden bilinmeyen hiçbir şey öğretemez. Buna karşılık, bilim adamına, anlıksal aygıtı konusunda bilgi verir. Onun işlevi, daha önceki kavramsal yanılgıları düzeltme ile sınırlanmıştır.

Bununla birlikte, kimi bilim tarihçilerinin bu vargıdan tedirgin olacağından kuşkulanırım ve, daha başka vargıların da olabileceğini belirtmek isterim. Ptoleme kuramına, flojiston kuramına ya da kalorik kuramına salt bir yanılgı, karışıklık ya da daha serbest düşünceli veya zeki bir bilim adamının daha baştan uzak duracağı dogmatizmalar gözüyle bakan ve herkesçe bilinen bir konumu çok anımsatmaktadır. Çağdaş tarih yazıcılığı ikliminde bu gibi değerlendirmeler giderek daha az akla yakın gelmektedir ve bu akla yakın olmayış havası, benim bu bildiride

şimdiye değin çıkarmış olduğum sonucu da bozar. Aristoteles, asla deneyci bir fizikçi olmamakla birlikte, parlak bir mantıkçıydı. Fiziği için böylesine temelli bir konuda, bizim suçladığımız gibi, bu denli ağır bir yanılgıya düşmüş müdür? Ya da düştüyse, ardılları, hemen hemen iki bin yıldan bu yana aynı temel yanılgıya düşmeyi sürdürecekler midir? Mantıksal bir karışıklık her şeyin başı olabilir mi ve, düşünce deneylerinin işlevi, bütün bu bakış açısının dile getirdiği kadar bayağı olabilir mi? Bütün bu sorulara verilen yanıtın hayır olduğuna; güçlüğün kökeninin yalnız ve yalnızca, iyi bilinen verilere güvendikleri için, düşünce deneylerinin dünya ile ilgili bir şey öğretmedikleri şeklindeki iddiamız olduğuna inanıyorum. Çağdaş bilgibilimsel sözlük, gerçekten yararlı hiçbir deyim vermemekle birlikte, şimdi ben iddia ediyorum ki, birçok kimse kendi kavramlarından ve dünya ile ilgili düşünce deneylerinden bir şeyler öğrenmektedir. Hız kavramı üstüne öğreniminde Galileo'nun okurları da cisimlerin nasıl devindikleriyle ilgili bir şeyler öğrenirler. Onların başına gelen, Lavoisier gibi bir insanın, diyeceğim, yeni bir beklenmedik deneysel bulgunun sonucunu özümseme zorunda olan bir kimsenin başına gelenlere çok benzemektedir.[17]

Bu ana sorunlar dizisine yaklaşırken, ilkin, çocuğun "daha hızlı" kavramı ile Aristoteles'çi hız kavramını, "çelişki" ya da "karışıklık" diye betimlediğimizde, ne demek istendiğini sormak isterim. "Çelişki", en azından, bu kavramların, mantıkçıların ünlü örneği kare-daire gibi olduklarını anlatır; ama, tümüyle de doğru değildir bu. Kare-daire çelişkilidir, şu anlamda ki, herhangi bir olası dünyada örneklendirilemez. Gerekli nitelikleri sergileyecek bir nesne de düşünülemez. Ne çocuğun kavramı, ne de Aristoteles'inki, bu anlamda çelişkili değildir. Çocuğun "daha hızlı" kavramı, dünyamızda birçok kez örneklendirilmiştir; çocuk, içinde algısal olarak *daha* bulanık nesnenin hedefevarışta *geride kaldığı* ve bir oranda seyrek karşılaşılan devinim türüyle yüzyüze geldiğinde çelişki doğmaktadır sadece. Bunun

[17] Bu saptama, yeni bulgulamaları günyüzüne çıkaran yolun bir çözümlenmesini varsayar, bunun için benim bildirime bak, "The Historical Structure of Scientific Discovery", *Science* 136 (1962): 700-64 (elinizdeki kitapta: ss. 205-19).

gibi, Aristoteles'in hız kavramı da iki eşzamanlı ölçütüyle birlikte, çevremizde gördüğümüz devinimlerin birçoğuna kolayca uygulanabilir. Bu türden, ama yine seyrek karşılaşılan devinimlerde yalnız problemler doğuyor; diyeceğim, içinde anlık hız ölçütü ile ortalama hız ölçütünün nitel uygulamalarla çelişkili yanıtlara yol açtığı devinimlerde. Bu durumların her ikisinde de kavramlar sadece, onları kullanan bireyin çelişkiye düşmek *tehlikesine atıldığı* anlamında çelişkilidir. Diyeceğim, o kendisini öyle bir durumda bulur ki, bir ve aynı soruya birbiriyle bağdaşmaz yanıtlar vermek zorunda kalabilir.

Bir kavrama "çelişkili" terimi uygulandığında, bu değildir elbet genelde anlatılmak istenen. Ama, incelenmiş olan kavramları yukarda "karışık" ya da "açık seçik düşünmeye tam uygun olmayan" diye betimlediğimizde, anlatılmak istenen şey de olabilir pekâlâ. Bu terimler duruma daha uygundur kuşkusuz. Ama, bizim uygulamaya hakkımız olmayabilen bir açık-seçiklik ve upuygunluk standardı içerirler. Yasalarımızdan ve kuramlarımızdan istemediğimiz halde, herhangi bir olası dünyada doğacağı tasarlanabilecek herhangi ve her duruma uygulanabilir olmalarını kavramlarımızdan istemeli miyiz? Bir yasa ya da bir kuram için yaptığımız gibi, bir kavramdan da bir gün karşılaşmayı umduğumuz her durumda, kuşkusuzca uygulanabilir olmasını istemek, yeterli değil mi?

Bu soruların konuyla ilgisini anlayabilmek için, içinde tüm devinimlerin düzgün hızda olduğu bir dünya düşünelim. (Bu koşul zorunlu olmaktan çok, uyulmak gereken bir koşuldur; ama kanıtlamamızı daha açık seçik kılar. İstenilen daha zayıf koşul şudur: Her iki ölçütle "daha yavaş" olan bir cisim, hiçbir zaman "daha hızlı" bir cisme yetişemez. Bu daha-yavaş koşulu karşılayan devinimlere ben, "hemen-hemen-düzgün – quasiuniform" adını vereceğim.) Bu türden bir dünyada Aristoteles'çi hız kavramı, edimsel bir fizik durumla hiçbir zaman tehlikeye düşmez; çünkü, herhangi bir devinimin anlık ve ortalama hızı, her zaman aynı olacaktır.[18] O zaman, bu imgelemsel dünyada, hep

[18] Piaget'nin çocuklarının kullanmış olduğu iki ölçeğin hiçbir zaman çelişkiye götürmediği bir dünya da düşünülebilir ama, bu çok karmaşık bir iştir ve

Aristoteles'çi hız kavramını kullanmakta olan bir bilim adamı bulursak ne diyeceğiz? Kafasının karışık olduğunu söyleyemeyiz sanırım. Bu kavramı uygulamasından dolayı, biliminde ve mantığında hiçbir şey aksayamaz. Buna karşılık, daha geniş deneyimimize ve karşılık olan daha zengin kavramsal avadanlığımıza bakılırsa, şöyle demek yerinde olacak: Bilinçli ya da bilinçsiz olarak o, hız kavramında yalnız düzgün devinimlerin bu dünyada bulunabilecekleri beklentisini somutlaştırmıştır. Diyeceğim şu sonucu çıkarabiliriz: Onun görüşü, kısmen, bir doğa yasası gibi, diyeceğim kendi dünyasında her zaman doyum bulan, ama bizim dünyamızda yalnız arada bir doyumlu olacak bir doğa yasası gibi işlev göstermiştir.

Aristoteles'in durumunda bu denli çok şey söyleyemeyiz elbet. Sözgelişi, o düşen cisimlerin devinirken hızlarını artırdığını bilmiyordu; ama, bunu arada sırada kabul ediyordu. Öte yandan, Aristoteles'in bu bilgisini bilimsel bilincin çok kenar köşe bölgelerinde tutmakta olduğu üstüne de büyük bir açıklık vardı. Devinimlere düzgün gözüyle ya da düzgün bir devinimin özelliklerine sahipmiş gözüyle her bakabildiğinde (ki bu sık sık oluyordu), sonuçlar da fiziğinin büyük bölümü için çok önemli oluyordu. Sözgelimi, bundan önceki bölümde *Physica*'dan bir pasajı incelemiştik, bu, "daha hızlı" devinimin bir kanıtı sayılabilir: "İki şeyden daha hızlı olanı, eşit bir zaman içinde daha büyük bir büyüklüğü geçer, eşit bir büyüklüğü daha az zaman içinde ve daha büyük bir büyüklüğü daha az bir zaman içinde geçer." Şimdi bunu hemen arkadan gelen pasajla karşılaştıralım: "A'nın B'den daha hızlı olduğunu varsayalım. İki şeyden daha kısa bir zamanda değişeni, daha hızlı olduğundan, A'mn Ç'den D'ye değiştiği FG zamanı içinde B henüz D'ye geçmiş olmayacaktır, ama yakın olacaktır."[19] Bu anlatım artık tam bir tanım

ben bu yüzden onu aşağıdaki kanıtlamada kullanmayacağım. Ama bu dünyadaki bir devinimin özyapısı üstüne testlenebilir bir kestirimi göze almama izin verin. Büyüklerini kopya etmedikçe, devinimi yukarda betimlenmiş yolda gören çocuklar, bir yarışın kazanılmasında bir handikabın önemine duyarsız olabilirler bir ölçüde. Bunun yerine, kolları ve bacakları devindiren zorlamaya her şey bağlıymış gibi görünecektir.

[19] Aristoteles, *Works* 2: 232 a 28-31.

değildir. Buna karşılık, "daha hızlı" cisimlerin fizik davranışıyla ilgilidir ve, bu durumuyla, sadece düzgün ya da hemen-hemen-düzgün devinimlerde bulunan cisimler için geçerlidir.[20] Galileo'nun düşünce deneyinin bütün ağırlığı, bu anlatımın ve ona benzer daha başkalarının –geleneksel "daha hızlı" kavramının destekleyeceği tanımdan kaçınılmaz bir biçimde çıkar gibi görünen anlatımlar sadece– bizim bildiğimiz gibi dünyada bulunmadığını ve dolayısıyla kavramın değişim istediğini göstermekten ibarettir. Ne var ki, Aristoteles hemen-hemen-düzgün devinim görüşünün, dizgesinin yapısına derinden girip yerleşmesine çalışır. Sözgelimi, az önce geçen anlatımların alınmış olduğu paragraftan hemen sonrakinde, eğer zaman sürekli ise uzayın da sürekli olacağını gösterebilmek için, bu anlatımları kullanır. Kanıtlaması, yukarda örtülü olarak geçen şu varsayıma bağlıdır: Bir devinimin sonunda, bir B cismi başka bir A cisminin arkasında kalırsa, o tüm ara noktalarda arkada kalmış olacaktır. Bu durumda, B uzayı bölmek için, A da zamanı bölmek için kullanılabilir. Biri sürekliyse eğer, öbürünün de sürekli olması gerekir.[21] Ama, ne çare ki, sözgelişi, daha yavaş devinim yavaşlamakta iken daha hızlı olan ivme kazanıyorsa, bu varsayımın geçerli olmasına gerek yoktur, ama Aristoteles bu türden devinimleri engelleme gereğini duymaz. Burada da yine kanıtlaması, bütün devinimlere düzgün değişmenin nitel özelliklerini yüklemesine bağlıdır.

Aynı devinim görüşü, Aristoteles'in nicel devinim yasaları adını verdiği yasaların geliştirilmesindeki kanıtlamalarını da vurgular.[22] Bir örnek vermiş olmak üzere, geçilmiş olan

---

[20] Gerçekte elbet ilk pasaj bir tanım olamaz. Orada dile getirilmiş üç koşuldan herhangi biri bu işlevi taşıyabilirdi, ama üçünün de eşdeğer olarak kabul edilmesi, tıpkı Aristoteles'in yapmış olduğu gibi, burada da ikinci pasajdan gösterdiğim fizik içermeleri aynen taşır.

[21] Aristoteles, *Works* 2: 232 b 21-233 a 13.

[22] Bu yasalar her zaman "nicel" diye açıklanmıştır, ben de bu kullanımı izliyorum. Ne var ki, Galileo'dan bu yana devinim incelemesinde terimin geçerli olduğu anlamda nicel olduğunu anlatmakta olduklarına inanmak da güçtür. Hem Antikite'de ve hem de Orta Çağlarda astronomi ile ilgili ölçümü her zaman düşünmüş olan ve zaman zaman onu optik biliminde kullanmış olan kim-

uzaklığın cismin boyutları ve geçen zamanla bağımlı olması üzerinde duralım sadece: Şimdi eğer bir A devindiricisi, D zamanı içinde bir C uzaklığına B cismini devindirdi ise, öyleyse, aynı zamanda aynı A kuvveti. C uzaklığının iki katına 1/2 B'yi devindirecektir; ve 1/2 D'de, 1/2 B'yi bütün C uzaklığında devindirecektir: Çünkü, böylece, orantı kurallarına uyulmuş olunacaktır."[23] Hem kuvvet ve hem de verili mediumla birlikte, diyeceğim, geçilmiş olan uzaklık zamanla doğru orantılı ve cismin boyutları ile ters orantılı olarak değişir.

Çağcıl kulaklara göre bu, kaçınılmaz bir biçimde, acayip bir yasadır; ama, belki, genelde göründüğü denli garip olmasa da.[24] Yalnız Aristoteles'in hız kavramına –uygulamalarının çoğunda sorun yaratmayan bir kavrama– göre, bunun elde edilebilecek tek basit yasa olduğu da hemen görülecektir. Eğer devinim, ortalama ve anlık hız özdeş olacak biçimde ise, o zaman, *ceteris paribus* (ceteris paribus [Lat.]: öbür koşullar eşit olduğunda), diyeceğim, geçilen uzaklık zamanla orantılı olmalıdır. Ayrıca, Aristoteles'le birlikte (Newton'la da) "Her biri ayrı ayrı iki ağırlıktan birini belli bir uzaklığa belli bir zamanda devindiren iki kuvvet... birleşik ağırlıkları eşit bir zamanda eşit bir uzaklığa devindirir" savında bulunursak, o zaman hız, kuvvetin cismin boyutlarına oranının bir işlevi olmalıdır.[25] Aristoteles yasası, işlevin elde edilebilenin en basiti, oranın kendi olduğunu kabul etmek yoluyla, doğrudan doğruya ortaya çıkar. Belki bu, devinim yasala-

---

seler, bu devinim yasalarını herhangi bir nicel gözleme örtülü bir gönderme bile yapmaksızın tartışmışlardır. Dahası, bu yasalar *reductio ad absurdum* (Lat.: Mantık sonuçları saçma olan tanıtlama yolu; olmayana ergi yolu; saçmaya dayalı çıkarım – ç.n.)'a bel bağlayan kanıtlamalarda olmak dışında, doğaya hiç uygulanmamışlardır. Yönelimleri bana nitel gibi görünüyor ve doğru olarak gözlemlenmiş birçok nitel düzenliliğin, orantıların sözlüğünü kullanan anlatımlardır onlar. Eudoxus'tan sonra, geometrik orantının bile hep sayısal değilmiş gibi yorumlandığı anımsanırsa, bu görüş insana daha akla yakın görünebilir.

[23] Aristoteles, *Works* 2: 249 b 30-250 a4.

[24] Yasayı çok aptalca bulan kimselerin inandırıcı eleştirisi için Stephen Toulmin'e bak. "Criticism in History of Science: Newton on Absolute Space, Time and Motion", I, *Philosophical Review* 68 (1959): 1-29, özel dipnotu 1.

[25] Aristoteles, *Works* 2: 250 a 25-28.

rına ulaşmak için yasal bir yol gibi görülmeyebilir; ama, Galileo'nun çalışma yolları, çoğun bunun özdeşiydi.[26] Özel bir bakış açısından, Galileo'yu Aristoteles'ten en başta ayrımlaştıran şey, birincisinin farklı bir hız görüşünden yola çıkmasıdır. Bütün devinimleri hemen-hemen-düzgün olarak görmediği için, hız, uygulanan kuvvet, cismin boyutları ve benzerleri ile değişebilen tek devinim ölçüsü değildi. Galileo ivme değişikliklerini de ele alabiliyordu.

Bu örnekler daha çok artırılabilir, ama görüşüm artık açıklık kazanmıştır. Aristoteles'in hız kavramı –ki, ortalama ve anlık hız gibi ayrı ayrı alınan çağcıl kavramlar bunun içinde günyüzüne çıkmıştır– bütün devinim kuramının tamamlayıcı bir parçasıydı ve onun fiziğinin bütünü için de içermeleri bulunmaktaydı. O (hız) bu rolü oynayabilirdi, çünkü o sadece, bulanık (karışık) ya da başka türlü, bir tanım değildi. Tersine, fizik içermeleri de vardı ve kısmen bir doğa yasası olarak da etkiyordu. Tüm devinimlerin düzgün ya da hemen-hemen-düzgün olduğu ve Aristoteles'in sanki bu türden bir dünya içinde yaşıyormuş gibi davranmış olduğu bir dünyada, bu içermeler gözlemle ya da mantıkla hiçbir zaman ters düşmemişlerdir. Fiili olarak, onun dünyası elbet farklıydı; ama, görüşü öylesine başarılı işliyordu ki, gözlemle gizil çatışmalar hep farkedilmeden geçip gitmişti. Ama yaptıklarında da –diyeceğim, kavramı uygulamaktaki gizil güçlükler edimsel olmaya başlayıncaya dek– Aristoteles'çi hız kavramının kullanıldığından söz edemeyiz yerinde olarak. Onun "yanlış" ya da "sahte" olduğunu söyleyebiliriz, bu terimleri zamanı geçmiş yasalara ve kuramlara uyguladığımız anlamda elbet. Buna ek olarak, kavram sahte olduğu için, onu kullanan insanların da, Salviati'nin konuşmacılarının yapmış olduğu gibi,

---

[26] Sözgelimi, "Bundan ötürü, başlangıçta dingin durumda olan bir taşın yüksek bir konumdan düştüğünü ve sürekli olarak yeni hız artışları kazandığını gözlemlediğimde, bu tür artışların son derece basit olan ve daha çok herkese aşikâr gelen bir yolla gerçekleştiğine niçin inanmayayım? Eğer şimdi biz konuyu dikkatle incelersek, her zaman aynı tarzla karşılaşmayız." Bak. Galileo Galilei, *Dialogues Concerning Two New Sciences*, Çev. H. Crew ve A. de Salvio (Evanston ve Chicago, 1946), ss. 154-55. Galileo deneysel bir yoklamaya da girişmiştir ayrıca.

kafası karışmaya yatkın insanlar olduklarını söyleyebiliriz. Ama kavramın kendisinde içkin hiçbir sakatlık (kusur) bulamayız, sanırım. Kusurları mantıksal tutarlılığında değil, dünyanın çok ince yapısına kendini uydurmadaki başarısızlığındadır; çünkü bu dünyaya uyacağı beklenmektedir: İşte bunun için, onun kusurunu tanımayı öğrenme, dünyayı öğrenmek için olduğu kadar, kavramı öğrenmek için de zorunluydu.

Bireysel görüşlerin yasal içeriği alışılmadık bir fikir gibi görünebilirse; herhalde, benim ona içinde yaklaşmış olduğum bağlam dolayısıyla olmalıdır. Konu, tartışmalı olsa da, dilbilimciler için uzun zamandır bilinen bir şeydir B. L. Whorf'un yazıları dolayısıyla.[27] Ramsey'i izleyerek Braithwaite de, göreli olarak elemanter bilimsel kavramların işlevini belirginleştirmesi gereken, çözülmez yasa ve tanım karışımını tanıtlayabilmek için mantıksal modeller kullanarak, benzeri bir sav geliştirmiştir.[28] Bilimsel kavramların oluşturulmasında "indirgeme tümceler"inin kullanımıyla ilgili, son zamanlarda yapılan mantık tartışmaları yine çoğun bu konuyla ilgilidir. Bunlar (burada bizi ilgilendirmeyen mantıksal bir biçimde), belli bir görüşün uygulanabileceği gözlem ve test koşullarını açıklayan tümcelerdir. Uygulamada bunlar, birçok bilimsel kavramın içinde, gerçekten kazanılmış olduğu bağlamlara sıkıca koşut olurlar ve bu, en sivrilmiş iki karakteristiklerine büyük bir önem kazandırır. İlkin, bilimsel kuramdaki kullanımın gerektirdiği uygulama dizisi olan, belli bir kavramı sağlayabilmek için, birçok –bazan çok sayıda– indirgeme tümcesi istenir. İkinci olarak, bir tek kavram ortaya koyabilmek için, birden fazla indirgeme tümcesi kullanılınca, bu tümceler "görgüsel yasaların karakterini taşıyan kimi önermeleri" içerirler... İndirgeme tümce takımları kavram ve kuram oluşturma işlevlerini özel bir yolla birleştirirler."[29] Bu alıntı,

---

[27] B. L. Whorf, *Language, Thought and Reality: Selected Writings*, Baskı John B. Carroll (Cambridge, 1956).

[28] R. B. Braithwaite, *Scientific Explanation*, (Cambridge, 1953), ss. 50-87. Ayrıca bak. W. V. O. Quine, "Two Dogmas of Empiricism", *From a Logical Point of View* (Cambridge. Mass., 1953), ss. 20-46.

[29] C. G. Hempel, *Fundamentals of Concept Formation in Empirical*

kendisinden önce gelen tümceyle birlikte, bizim tam incelemekte olduğumuz durumu çok yakından betimler.

Ne var ki, bilimsel kavramların yasal işlevini tanımak üzere, mantık ile bilim felsefesine tam bir geçiş yapmamıza gerek yoktur. Başka bir deyişle, element, uzay, tür, kütle, kalorik ya da enerji gibi kavramların evrimini yakından incelemiş olan her tarihçi için zaten bilinmektedir o.[30] Bunlar ve daha başka birçok bilimsel kavram, yasa, kuram matrisinde şaşmaz bir biçimde bulunurlar ve tanıma dayanılarak bütün beklentiden çıkarılamazlar. Bunların ne anlama geldiğini bulabilmek için, tarihçi, hem onlarla ilgili olarak söylenmiş olanları ve hem de hangi yolda kullanılmış olduklarını araştırmak zorundadır. Süreç içinde kullanımlarını yöneten ve, kullanan insanlara yol gösteren daha başka bilimsel (ama kimi zaman bilimdışı) inançların birçoğuna gönderme yapma yoluyla ancak, birlikte varoluşları anlaşılabilen, birçok farklı ölçüt bulur o her zaman. Buradan şu sonuç çıkar: Bu kavramların herhangi bir olası dünyaya uygulanması düşünülmemiştir; yalnız bilim adamının gördüğü dünya için düşünülmüştür. Kullanımları da, onun daha büyük bir yasa ve kuram bütünlüğüne bağlanmasının bir işaretidir. Buna karşılık, bu daha büyük inanç bütünlüğünün yasal içeriği, kısmen kav-

---

Science, C. 2, no. 7, *International Encylopedia of Unified Science* (Chicago, 1952). İndirgeme tümceleri üzerinde temel tartışma Rudolph Carnap'da bulunmaktadır, "Testability and Meaning", *Philosophy of Science* 3 (1936): 420-71 ve (1937): 2: 40.

[30] Kalorik ve kütle sorunları ayrı bir öğretici nitelik taşır, birincisi, yukarda tartışılmış olan koşullar koşut olduğu için; ikincisi ise, gelişim çizgisini ters yüz geri ettiği için. Isı kavramı daha sonra ısı ile antropi arasında dağılmak zorunda kalacak olan karakteristikleri birleştirdiği için, Sadi Carnot'nun kalorik kuramından deneysel sonuçlar türettiği belirtilmiştir çoğun. (V. K. La Mer ile benim yazışmama bak. *American Journal of Physics* 22 (1954) 20-27; 23 (1955): 91- 102 ve 387-89. Bu maddelerin sonuncusu sorunu burada istenilen tarzda formüle ediyor.) Öte yandan kütle de gelişimin karşıt çizgisini sergiliyor. Newton'cu kuramda, maddi kütle ile genel çekimsel kütle ayrı ayrı kavramlardır, ayrı ayrı yollarla ölçülürler. Deneysel yolla testlenmiş bir doğa yasası, bu iki türlü ölçümün her zaman, araçsal sınırlar içinde hep aynı sonuçları vereceğini söyleyecektir. Genel göreliliğe göre ise hiçbir ayrık deneysel yasa istemez. Bu iki ölçüm, aynı sonucu vermek *gerekir*, çünkü aynı niceliği ölçmektedirler.

ramların kendisince taşınmıştır. İşte bunun için, çoğu, işlev gösterdikleri bilimlerin tarihleriyle ortak uzamlı tarihlere sahiptir; anlamları ve kullanım ölçütleri çoğu zaman ve sert bir biçimde değişmişlerdir bilimsel gelişimin akışı içinde.

Son olarak hız kavramına dönersek; diyebiliriz ki, Galileo'nun yeniden formüle etmesi, birden ve toptan onu mantık açısından arıtmamıştır. Doğanın nasıl davranması gerektiği konusunda içermelerden, Aristoteles'çi öncülünden daha arınmış değildi. Bunun sonucu olarak, yine Aristoteles'in hız kavramı gibi, ona da, biriken deneyle kuşkuyla bakılmıştı ve geçen yüzyılın sonu ile bu yüzyılın başında olup biten budur işte. Oluntu, daha geniş bir tartışma istemeyecek denli çok bilinmektedir. İvmeli devinimlere uygulandığında, Galileo'nun hız kavramı, fizik bakımdan ivmelendirilmemiş uzaysal referans dizgelerinin bulunmasını gerektirir. Newton'un kova deneyinden çıkan ders de budur; onyedinci ve onsekizinci yüzyıllar görelikçilerinin hiçbirinin saptıramayacağı bir ders olmuştur bu. Ayrıca, doğrusal devinimlere uygulandığında, bu bildiride kullanılan, yeniden gözden geçirilmiş hız kavramı, Galileo dönüşüm denklemlerinin geçerliğini gerekli kılar, ve bunlar, fizik özellikleri, sözgelişi, madde ya da ışık hızının toplanabilirliğini açıklardı. Newton' unkiler gibi, herhangi bir yasalar ve kuramlar üstyapısı kazancı olmaksızın, dünyanın ne olduğu üstüne son derece büyük bilgiler sağlarlardı.

Ya da daha çok böyle yapmışlardı. Yirminci yüzyıl fiziğinin ilk büyük utkularından biri, bu bilgilenmenin soruşturulabileceğini ve hız, uzay ve zaman kavramlarının yeniden ortaya atılan sonucunun tanınmasıydı. Bundan başka, bu düşünce deneyleri yeniden-kavramlaştırmalarda da yine yaşamsal bir rol oynamaktaydı. Galileo'nun yapıtına dayanarak yukarda incelediğimiz tarihsel süreç, o zamandan bu yana, aynı kavramlar kümesine göre yinelenmektedir. Çok olasıdır ki, yeniden de olabilecektir, çünkü, bilimlerin içinden geçip ilerlediği temel araçlardan birini oluşturur o.

Şimdi kanıtlamam nerdeyse tamamdır artık diyebilirim. Gözümüzden kaçan öğeyi bulabilmek için, buraya değin tartışılmış olan başlıca noktaları kısaca özetlememe izin verin. Düşünce

deneylerinin önemli bir sınıfının, bilim adamını, kendi düşünce kipinde örtülü olarak bulunan bir çelişki ya da çatışma ile karşı karşıya getirerek işlerlik gösterdiğini belirtmekle söze başlamıştım. Daha sonra, çelişkinin tanınması, giderilmesi yolunda temel bir hazırlık bilgisi gibi görünmüştü. Düşünce deneyinin bir sonucu olarak, açık seçik kavramlar, daha önce kullanılmış olan karışık kavramların yerini alacak yolda gelişmişti. Ama, sıkı bir araştırma bu çözümlemedeki asıl güçlüğü açığa çıkarmıştı. Düşünce deneyleri ertesinde "düzeltilmiş" kavramlar, hiçbir *içkin* karışıklık göstermiyordu. Kullanımları bilim adamına kimi sorunlar çıkarsa da, bu sorunlar, herhangi bir deneysel yolla, temellendirilmiş olan yasanın ya da kuramın kullanımının onun karşısına çıkabileceği gibi sorunlardı. Diyeceğim, yalnız onun anlıksal donanımından değil, bu donanımı, daha önce özümsenmemiş deneye uydurma çalışmasında görülen güçlüklerden kaynaklanıyorlardı. Salt mantıktan çok, doğa idi bu açık karışıklığın nedeni. Bu durum beni, bilim adamının, burada incelenmiş olan düşünce deneyi türünden, kendi kavramları üstüne olduğu gibi, dünya üstüne de bilgi edindiğini söylemeye yöneltmişti. Tarih açısından onların rolü, günümüzde laboratuvar deneyleri ile gözlemlerin oynamakta olduğu ikili bir role çok yakındır. İlkin, düşünce deneyleri, daha önce tutulan bir beklentiler takımına, doğanın uygunluk göstermedeki başarısızlığını açığa vurabilir. Buna ek olarak, hem beklentinin ve hem de kuramın bundan böyle yeniden gözden geçirilmesi gereğinin yapılacağı özel yolları gösterebilir.

Ama nasıl –geriye kalan problemi ortaya koymak için– böyle yapabilirler? Laboratuvar deneyleri oynar bu rolleri, çünkü, bilim adamına yeni ve umulmadık bilgiyi veren asıl bunlardır. Buna karşılık, düşünce deneyleri, zaten elde bulunan bilgiye dayanmak zorundadır tümüyle. İkisi de benzeri roller alabiliyorsa, bunun sebebi, zaman zaman, düşünce deneylerinin bilim adamına aynı zamanda hem el altında bulunan ve hem de âdeta onun için yaklaşılamaz olan bilgiye yaklaşım olanağı vermesi olmalıdır. Şimdi de, ister istemez kısa ve eksik olmakla birlikte, bunun nasıl gerçekleşebileceğini göstermeye çalışayım izninizle.

Başka bir yerde de belirtmiştim ki, bilimsel bir olgun uzmanlığın gelişmesi, normal olarak, sıkıca bütünleşmiş kavramlar, yasalar, kuramlar bütünüyle ve tek tek uygulayıcıların mesleki eğitimden kazandıkları araçsal tekniklerle belirlenmektedir büyük ölçüde.[31] Zamanın testinden geçmiş bu inanç ve beklenti dizgesi, dünyanın nasıl olduğunu ve, aynı zamanda hâlâ mesleki dikkat isteyen problemleri neyin belirlediğini söyler ona. Bu problemler, bir yandan varolan inanç ile, öte yandan doğanın gözlemlenmesi arasındaki uygunluğun çapını ve belginliğini, çözüldüklerinde, genişletecek problemlerdir. Problemler bu yolla seçildikte, geçmişteki başarı gelecek başarıyı da güvence altına alır. Bilimsel araştırmanın çözülmüş bir problemden çözülmüş başka bir probleme ilerleme gibi görünmesinin bir sebebi de, meslek adamlarının dikkatlerini, aslında el altında bulunan kavramsal ve araçsal tekniklerle belirlenmiş problemlere çevirmiş olmalarıdır.

Bu problem seçme yolu da, kısa erimli başarıyı özellikle olası kılsa da, bilimsel ilerleme için çok daha önemli görünen uzun-erimli başarısızlıkları da güvence altına alır yine. Bu kısıtlı araştırma örüntüsünün bilim adamına sunduğu veriler bile, kurama-çevrilmiş beklentilerine uygun düşmez tümüyle ya da belginlikle, hiçbir zaman. Uygun düşürmedeki bu başarısızlıklardan kimisi, onun günlük araştırma problemlerini sağlar; ama, daha başkaları bilincin köşesine bucağına itilir ve kimisi de büsbütün yokolur gider. Bu aykırılığı tanımaktaki ve karşı koymaktaki beceriksizlik, genel olarak olaydan temellenir. Küçük araçsal ayarlamalar ya da elde bulunan kuramın ufak eklemlenmeleri, görünen aykırılığı yasaya çevirir çoğu kez. İlk karşılaşıldıklarında, aykırılıklar üzerinde durma, sürekli bir dalgınlığa götürür insanı.[32]

---

[31] Bu ve aşağıdaki noktaların tamamlanmış tartışmaları için benim, "The Function of Measurement in Modern Physical Science" adlı bildirime bak: *Isis* 62 (1961): 161-93 (bu kitapta: ss. 220-271) ve "The Function of Dogma in Scientific Research", *Scientific Change'* de, A. C. Crombie bask. (New York, 1963), ss. 347-69. *The Structure of Scientific Revolutions* (Chicago, 1962) adlı denemede bunun tümü daha tam ve birçok örnekler eklenerek işlenmiş bulunmaktadır.

[32] Michael Polanyi'nin *Personal Knowledge* (Chicago, 1958) adlı kitabında, özellikle 9. bölümde, bu konuda daha çok açıklık bulunabilir.

Ama bütün aykırılıklar, elde bulunan kavramsal ve araçsal dizgenin küçük ayarlamalarına karşılık vermez. Bunlar arasında, ya özel bir biçimde çarpıcı olduklan için ya da birçok değişik laboratuvarda sık sık ortaya çıkarılmış oldukları için, hep bilmezlikten gelinemeyecek olan kimileri de vardır. Bunlar özümsenmeden kalsalar da, bilimsel toplumun bilinci üzerinde giderek artan bir kuvvetle yansırlar.

Bu süreç sürüp giderken, topluluğun araştırma örüntüsü yavaş yavaş değişir. İlk ağızda, özümlenmiş gözlemlerin raporlan laboratuvar defterleri sayfalarında ya da yayınlanmış yapıtlarda kenar notları olarak giderek daha sık görünmeye başlar. Daha sonra, araştırma, her gün daha çok, aykırılığın kendisine döner. Bunu yasallaştırmaya kalkışanlar, uzun süre ikircikliğin bilincinde olmaksızın paylaşmış oldukları kavramların ve kuramların anlamı üzerinde giderek daha çok tartışmaya başlarlar. Aralarından birkaçı, topluluğu o andaki açmazına sürüklemiş olan inanç dizgesini eleştirel bir yolla çözümlemeye koyulur. Zaman zaman felsefe bile, olağan halde hiç de öyle değilken, haklı ve yerinde bilimsel bir araca dönüşür. Topluluk bunalımının bu belirtilerinden kimisi ya da hepsi, anud bir aykırılığın kaldırılmasının hemen her zaman gerektirdiği köklü bir yeniden-kavramlaştırmaya şaşmaz bir giriştir sanırım. Şurası da tipik bir olgudur ki, bu bunalım, her şeyden önce imgelemi işlek biri ya da bunların bir grubu, yeni bir yasalar, kuramlar ve kavramlar dizgesi, diyeceğim, daha önceki tutarsız deneyimi ve, ayrıca, daha önceki özümsenmiş deneyimin çoğunu ya da tümünü özümseyebilen bir dizgeyi ördüğü zaman sona erer yalnız.

Bu yeniden-kavramlaştırma sürecini ben bir başka yerde bilimsel devrim diye adlandırdım. Bu tür devrimler, bir önceki yazının gerektirdiği gibi, bu denli toptan olmaya gereksinim duymazlar nerdeyse, ama bir temel özelliği hepsi paylaşır. Devrim için gerekli veriler, bilimsel bilincin kıyısında daha önceden varolur; bunalımın günyüzüne çıkışı, onları dikkat odağına getirir; devrimci yeniden-kavramlaştırma da, iyi bir biçimde görünmelerine yol açar.[33] Devrimden önce topluluğun anlıksal

[33] "Onlara yeni bir yolla görünme olanağını verir" tümcesi burada bir eğ-

donanımına karşın bulanık olarak bilinen şey, anlıksal donanımı yüzünden, daha sonra, belginlikle bilinir.

Bu vargı ya da vargılar kümesi, buradaki genel belgelemeye göre hem çok büyük ve hem de çok karanlıktır elbet. Ama benim demek istediğim, sınırlı bir uygulama içinde, onun temel öğelerinden birçoğunun daha önceden belgelenmiş bulunmasıdır. Beklentinin başarısızlığıyla yaratılmış olan ve devinimin izlediği bir bunalım, bizim incelemekte olduğumuz düşünce-deneyi durumlarının canevindedir. Buna karşılık, düşünce deneyi, bunalım sırasında ortaya konan ve sonra ana kavramsal reformu savunmaya yardımcı olan, temel çözümleme araçlarından biridir. Düşünce deneylerinin sonucu (ürünü) bilimsel devrimlerinkiyle aynı olmalıdır: Bilim adamına, bilgisinin bütünleyici bir parçası olarak, bu bilginin daha önce yaklaşma olanağı vermediği şeyi kullandırabilir. Onların, onun dünya üstüne bilgisini değiştirmesinin anlamı işte budur. Ve onlar bu itkiyi gösterebildikleri için, Aristoteles, Galileo, Descartes, Einstein ve Bohr gibi insanların, diyeceğim yeni kavramsal dizgelerin büyük dokuyucularının yapıtlarında çok açık bir biçimde kümelenmektedirler.

Şimdi de kısaca ve son kez olarak kendi deneylerimize, hem Piaget'ninkilere ve hem de Galileo'nunkilere dönelim. Onlarla ilgili olarak kafamızı kurcalayan şey: Deneklerimizin daha önceden sahip olduklarından emin olduğumuz bilgi ile çatışmış olan doğa yasalarını, deney-öncesi anlıkta örtülü olarak bulmamızdır belki. Gerçekten, onlar, salt bu bilgiye sahip bulunduklarından dolayı, deneysel durumda da yine bir şeyler öğrenebiliyorlardı. Bu koşullar altında, onların bu çatışmayı görebilme yeteneği göstermelerini de anlayamıyorduk; daha başka ne öğrenebileceklerinden emin değildik; dolayısıyla, onlara kafası karışık kimseler gözüyle bakmak zorunda kalıyorduk. Durumu bu yolda be-

---

retileme olarak kalmalıdır, ben onu sözcüğü sözcüğüne kullanmış olsam da. N. R. Hanson (*Patterns of Discovery* [Cambridge, 1958], ss. 4-30) daha önce belirtmiştir ki, bilim adamlarının gördükleri şey, önceki inançları ve eğitimleriyle bağımlıdır; yukarda, 31. dipnotunda değinilmiş olan son göndermede çok daha açıklık bulunabilir.

timleme, tümüyle yanlış değildir belki, ama yanlış yola sokabilirdi. Benim onun yerine sonuçta koyabileceğim şey, kısmen eğretisel kalma zorunda olduğu için, ben onun yerine aşağıdaki betimlemeyi öneriyorum.

Kendileriyle karşılaşmadan bir süre önce, deneklerimiz, doğayla alışverişlerinde, bizim kullandığımızdan farklı bir kavramsal dizgeyi başarılı bir biçimde kullanıyorlardı. Bu dizge, zamanın testinden geçmişti; henüz onların karşısına güçlükler çıkarmamıştı. Gelgelelim, kendilerine rastladığımız zaman da olduğu gibi, dünyayı işlemenin geleneksel tarzı ile bir tutulamayan bir tür deneyim sahibi olmuşlardı en sonunda. Bu aşamada, kavramlarını köklü bir biçimde yeniden ortaya atabilmek için, gerekli her türlü deneyime sahiptiler, ama, deneyimde, onların henüz görmedikleri bir şey vardı. Görmedikleri için de, bir karışıklık içine düşüyorlar ve belki de hep tedirgin oluyorlardı.[34] Ancak tam karışıklık, yalnızca düşünce-deneyi biçiminde ortaya çıkmıştı ve sonra da bu, onun sağaltılması için, bir giriş kapısı olarak görüldü. Duyumlanan aykırılığı somut çelişkiye dönüştürmek yoluyla, düşünce deneyi de, deneklerimize neyin yanlış olduğunu öğretti. Deney ile örtülü beklenti arasındaki uyumsuzluk üstüne bu ilk açık görüş, durumu düzeltmek için gerekli ipuçlarını sağladı.

Bu etkileri yaratabilecek durumda ise, bir düşünce deneyinin hangi karakteristikleri olmalıdır? Daha önce vermiş olduğum yanıtın bir bölümü, burada da geçerli olabilir. Eğer o geleneksel kavramsal aygıt ile doğa arasındaki yanlış bir uygunluğu açığa çıkaracaksa, tasarlanan durum, bilim adamına, günlük kavramlarını, kendilerini daha önce kullanmış olduğu yolda kullanabilme olanağını da vermelidir. Diyeceğim normal kullanımı zorlamamalıdır. Öte yandan, fiziksel hakikate-benzerliği ele alan, daha önceki yanıtımın bir bölümü, şimdi bir gözden geçirmeyi gerektirmektedir. Sanılmıştı ki, düşünce deneyleri salt mantıksal

---

[34] Piaget'nin çocukları, deneyleri önlerine sergileninceye değin, huzursuz değillerdi elbet, en azından ilgili nedenlerden ötürü. Ama tarihsel durum içinde, düşünce deneyleri, bir yerde bir şeyin sorun olduğu şeklinde giderek büyüyen bir bilinçle, genel olarak kendilerini gösterirler.

çelişkilere ya da karışıklıklara yönelik bulunmaktaydı; dolayısıyla bu türden çelişkiler gösterebilen herhangi bir durum, yeterli idi, böylece, fiziksel hakikat-benzerlik için asla bir koşul olmayacaktı. Ama eğer bir doğa ile kavramsal aygıtın, düşünce deneylerince ortaya konmuş olan çelişkide birlikte içerildiğini varsayarsak, daha güçlü bir koşul istenecektir. Tasarlanan durum, doğada, gizil olarak dahi gerçeklenebilir olma gereksinimi duymasa da, bundan çıkarsanan çatışma, doğanın kendisinin ortaya çıkaracağı bir çatışma olmalıdır. Gerçekten, bu koşul bile yeterince güçlü değildir tam. Bilim adamının deneysel durumda karşılaştığı çatışma, açık seçik görülmüş olmasa da, onun karşısına daha önce de çıkmış olan bir çatışma olmalıdır. Bilim adamı bu fazladan deneyime sahip olmadıkça daha önceden, salt düşünce deneyinden bir şeyler öğrenmek için, henüz hazırlıklı sayılamayacaktır.

11

Bulgulama Mantığı ya da Araştırma Ruhbilimi

Criticism and the Growth of Knowledge, yay. I. Lakatos ve A. Musgrave (Cambridge: Cambridge University Press, 1970), ss. 1-22.*

Bu sayfalardaki amacım, *The Structure of Scientific Revolution* başlığını taşıyan kitabımda ana çizgileri belirtilmiş olan bilimsel gelişim görüşünü, başkanımız Sir Karl Popper'in herkesçe bilinen görüşleriyle karşılaştırmak olacaktır.[1] Aslında bu türden bir girişimi ben reddederdim, çünkü, karşılaştırmaların yararlılığı konusunda Sir Karl Popper denli iyimser olamamışımdır hiçbir zaman. Ayrıca şu anda kolayca eleştirici bir dil kullanamayacak kerte uzun bir süre onun yapıtına hayranlık beslemişimdir. Ne var ki, şu sıralarda, bu girişimin yapılması gerektiğine de inanmaktayım. İki buçuk yıl önce, kitabımın daha yayınlanmadığı bir zamanda, benim görüşlerimle onunkiler arasındaki

---

* Bu bildiri başlangıçta P. A. Schilpp'in *The Philosophy of Karl R. Popper* (La Salle, III.: Open Court Publishing Co., 1974) adlı kitabı için onun çağrısıyla hazırlanmıştı (ss. 798-819). Hem Prof. Schilpp ve hem de yayıncılarına, ilk başta yayınlanması düşünülmüş olan kitapta çıkmadan önce, bu sempozyumun tutanaklarının bir bölümü olarak basılması için verdikleri izinden dolayı çok teşekkür ederim.

[1] Aşağıdaki tartışmanın amaçları için Sir Karl Popper'in *Logic of Scientific Discovery* (1959), *Conjectures and Refutations* (1963) ve *The Poverty of Historicism* (1957) adlı kitaplarını yeniden gözden geçirdim. Zaman zaman o özgün *Logik der Forschung* (1935) ve *Open Society and Its Enemies* (1945) kitaplarına gönderme yaptım. Benim *Structure of Scientific Revolutions* (1962) adlı kitabım da aşağıda tartışılan konuların birçoğu için daha geniş bir açıklama sağlamaktadır.

özel ve çoğun şaşırtıcı ilişkinin karakteristiklerini giderek anlamaya başlamıştım. Bu ilişki ve benim onun karşısına çıkarmış olduğum değişik doğrultudaki tepkiler de şunu göstermektedir ki, bunların ikisi üstüne disiplinli bir karşılaştırma özel bir aydınlanma oluşturacaktır. Bana göre bunun niçin böyle olduğunu, izninizle söyleyeyim.

Aynı sorunlara açıkça eğilmiş olduğumuz hemen her zaman, Sir Karl'ın bilim görüşü ile benimki nerdeyse özdeştir denilebilir.[2] Her ikimiz de bilimsel araştırma ürünlerinin mantıksal yapısından çok, bilimsel bilginin kazanıldığı dinamik sürece ilgi duyarız. Bu bakımdan, her ikimiz de olguları ve bilimsel gerçek yaşamın ruhunu, birer meşru veri olarak vurgularız ve her ikimiz de bunları bulabilmek için tarihe döneriz çoğunlukla. Bu paylaşılan veriler birikiminden, birçoğu birbirinin aynı sonuçlar çıkarırız. Her ikimiz de bilimin doğal büyüme yoluyla ilerlediği görüşünü reddederiz; buna karşılık eski bir kuramın reddini ve yerine onunla bağdaşmayan birinin geçirilmesini öngören, devrimci bir süreç üzerinde dururuz.[3] Yine her ikimiz de, bu süreç içinde, eski kuramın mantık, deney ve gözlemin ortaya çıkardığı güçlükleri karşılamakta zaman zaman başarısızlığa uğramasının doğurmuş olduğu sonucu vurgularız. Son olarak, Sir Karl ile ben, klâsik olguculuğun en karakteristik savlarından birçoğuna birlikte karşı çıkarız. Sözgelişi, bilimsel gözlemlemenin bilimsel kuramla içten ve kaçınılmaz bir biçimde birbirine geçişi üzerinde dururuz; buna karşılık olarak, yan tutmayan bir gözlemleme dili oluşturma çabalarına kuşku ile bakarız; yine her ikimiz, bilim adamlarının aslında gözlenmiş olayları *açıklayan* kuram-

---

[2] Bu geniş çakışmanın sebebi sanırım rastlantıdan öte bir şeydir. 1959'da *Logik den Forschung*' un İngilizce çevirisi yayınlanmadan önce, Sir Karl'ın yapıtının hiçbirini okumadığım halde (o sıralarda benim kitabım müsvedde halindeydi), 1950 ilkbaharında, Harvard'da o William James Okutmanı iken, anafikirlerinden birçoğunu tartışmış olduğunu işitmiştim. Bu durumlar Sir Karl'a karşı düşünsel bir gönül borcu duymama izin vermez, ama yine bir borcum olmalıdır.

[3] Bilimsel devrimler sırasında reddedilen ya da yeri alınan şeyi bildirmek için "kuram"dan çok "paradigma" terimini kullanıyorum başka yerde. Terimin değişmesi için kimi sebepler aşağıda görülecektir.

ları bulmayı amaçlayabileceği ve böylece, *gerçek* nesneler çerçevesinde, bu son tümcenin anlatmak istediği şeyi yapabileceği üzerinde dururuz.

Bu liste, Sir Karl ile benim üzerinde fikir birliği ettiğimiz konuların hepsini kapsamına almamaktadır elbet;[4] ama, çağdaş bilim felsefecileri arasında aynı azınlık içinde bize yer açmaya yetecek denli de geniş bir kapsamı vardır. Belki de bunun için Sir Karl'ın izleyicileri, belli bir düzenlilik içinde, benim de en cana yakın felsefi dinleyicilerim olmuşlardır; dolayısıyla, kendilerine bir gönül borcu duyduğumu bildirmek isterim. Ne var ki, bu borçluluk duygusu pek saf da değildir. Çünkü bu grubun bana karşı beslediği yakın ilgiyi uyandıran bu fikir birliği, onun ilgisini sık sık yanlış da yönlendiriyor. Sir Karl'ın izleyicilerinin kitabımın büyük bir kısmını çoğun, onun klâsik olmuş *The Logic of Scientific Discovery* kitabının gecikmiş (ve, kimilerine göre, zoruna) bir gözden geçirilişinin bölümleri gibi okudukları açıktır. Nitekim, bunlardan biri, *Scientific Revolutions* (Bilimsel Devrimler) başlığını taşıyan kitabımda özetlenen bilim görüşünün aslında uzun süredir herkesin bildiği bir görüş olup olmadığını soruşturmaktadır. Daha sevecen davranan bir ikincisi, benim özgünlüğümü, olgu bulgulamalarının, kuram yeniliklerince sergilenmiş olana çok benzeyen bir yaşam çevrimine sahip olduklarının tanıtlanmasında buluyor. Daha başkaları da kitaptan genellikle hoşlandıklarını anlatıyor ama, benim Sir Karl ile açıkça fikir birliği içinde olmadığım, görece ikinci dereceden sayılabilecek iki konu üzerinde sadece tartışmak istiyorlar: Geleneğe kökten bağlanmanın önemi üzerinde benim vurgum

---

[4] Hakkında çok yanlış anlama çıkmış bulunan ek bir anlaşma alanının altının çizilmesi, Sir Karl'ın görüşleri ile benimki arasında gerçek ayrımlar olduğunu kabul ettiğimi daha da belirginleştirebilir. Biz ikimiz de bir geleneğe katılmanın bilimsel ilerlemede köklü bir rolü olduğu üzerinde duruyoruz. Sözgelişi o şöyle yazmıştır: "–Doğuştan bilgiler dışında– bilgimizin nicel ve de nitel olarak çok büyük önemli kaynağı gelenektir." (Popper, *Conjectures and Refutations*, s. 27) Bu o denli doğrudur ki, daha 1948'de iken Sir Karl şöyle yazmıştı yine: "Geleneğin bağlarından büsbütün kurtulabileceğimizi de düşünemiyorum. Kurtuluş denen şey, sadece, bir gelenekten öbürüne bir değişmedir gerçekte." (Agy., s. 122).

ile "aldatmaca – falsification" teriminin içermelerinden hoşnutsuzluğum gibi. Kısacası, bütün insanlar benim kitabımı, tamamen özel bir gözlükle okuyorlar; oysa onu okumanın başka bir yolu daha var. Bu gözlüğün sağladığı görüş de yanlış değildir – Sir Karl ile benim fikir birliğim, gerçek ve özlüdür. Buna karşılık, Popper'ci çevre dışında kalan okurlar, hemen nerdeyse şaşmaz bir biçimde, bu birliği fark bile edemiyorlar ve, neyin bana temel konular gibi göründüğünü tanıyanlar da, çoğu kez, işte bu okurlar oluyor (zorunlu olarak içten bir yakınlıkla olmasa da). O zaman şu sonuca varıyorum: Bir geştalt anahtarı benim kitabımın okurlarını iki ya da daha çok gruplara ayırmaktadır. Bunlardan birinin çarpıcı bir koşutluk olarak gördüğü şey; ötekiler için gerçekte görünmeyen bir şey oluyor. İşte bunun nasıl böyle olduğunu anlama isteği, benim görüşümün Sir Karl'ınkiyle bu karşılaştırılmasına yol açıyor.

Ama bu karşılaştırma, noktası noktasına yanyana koyma olmamalıdır. Dikkat edilmesi gereken nokta, rastlantısal ikincil fikir ayrılıklarımızın seçilip ortaya çıktıkları çevresel alan değildir hemen; fikir birliğine varıyormuş gibi göründüğümüz merkezi bölgedir de. Sir Karl ile ben aynı verilere başvururuz; alışılmadık ölçüde aynı kâğıt üzerinde aynı satırları görürüz; bu çizgiler ve veriler üzerine bize soru açıldığında, çoğun gerçekten özdeş yanıtlar veririz, ya da en azından soru-ve-yanıt kipiyle güçlendirilmiş bir yalıtlama içinde ister istemez özdeş görünen yanıtlar veririz. Ne var ki, yukarda değinilenler gibi deneyimler bende şu kanıyı uyandırmıştır ki, biz aynı şeyleri söylesek de niyetlerimiz çoğun yine pek farklıdır. Çizgiler aynı olsa da, onlardan çıkan figürler aynı değildir. İşte bunun için, bizi ayırt eden şeyi ben bir fikir uyuşmazlığından çok, bir geştalt anahtarı diye adlandırıyorum, ve yine bunun için de, aramızdaki bu ayrılığı en iyi nasıl işletebileceğim konusunda hem kararsız durumdayım, hem de kaygılıyım. Bilimsel gelişimle ilgili olarak benim bildiğim her şeyi bilen ve bunu şurda ya da burda bir yerde söylemiş olan Sir Karl'ı, ördek dediği şeyin bir tavşan gibi görünebileceğine nasıl kandırabilirim? Onun gözlüğüyle benim görebildiğim her şeye bakmasını o zaten bilmekte iken, bu işin benim gözlüğümü takmak gibi olacağını ona nasıl gösterebilirim?

Bu durumda, stratejide bir değişiklik gerekiyor ve şu karşımıza çıkıyor kendiliğinden: Sir Karl'ın bellibaşlı kitap ve denemelerinin birçoğunu bir kez daha okuyunca, bir dizi yinelenen sözlerle karşılaştım; gerçi bunları ben okuyup anlıyorum ve kendileriyle büsbütün uyuşmuyor da değilim ama, bunlar *benim* aynı yerlerde hiç kullanmadığım deyişlerdir. Bunlar, Sir Karl'ın başka bir yerde eşsiz betimlemelerini vermiş olduğu durumlara, retorik yoluyla uygulanmış eğretilemeler olarak düşünülmüşlerdir çoğu kez kuşkusuz. Ne var ki, şu andaki amaçları bakımından, düpedüz yersiz olarak beni şaşırtan bu eğretilemeler, dürüst betimlemelerden çok daha yararlı görünebilmektedir. Diyeceğim, dikkatli bir kesin anlatımın gizlediği bağlamsal ayrımların belirtileri olabilirler. Eğer durum böyleyse, o zaman bu deyişler kâğıt-üstünde-çizgiler gibi değil, bir tavşan kulağı, bir şal veya boğazabağlı-bir-kurdela gibi işlev görürler; bir arkadaşa, bir geştalt diyagramına bakış tarzını değiştirmesi öğretilirken olduğu gibi. En azından benim onlar için beslediğim umut budur. Aklımda böyle dört deyiş ayrımı var ve ben *sıra ile* bunları işleyeceğim.

Sir Karl ile benim üzerinde anlaştığımız en köklü konular arasında, önemle üzerinde durduğumuz bir nokta vardır: Bilimsel bilginin gelişmesiyle ilgili bir çözümleme, bilimin gerçekte nasıl uygulandığını gözönünde tutmalıdır. Durum bu olunca, yinelediği birkaç genelleme beni şaşırtıyor. Bunlardan birini, *Logic of Scientific Discovery*'nin ilk bölümünün başlangıç tümceleri verir; Sir Karl şöyle yazıyor: "İster kuramcı, ister deneyci olsun, bir bilim adamı önermeler ya da önerme dizgeleri ileri sürer ve onları adım adım test eder. Görgüsel bilimler alanında, daha özel olarak, varsayımlar ya da kuram dizgeleri kurar ve, gözlem ve deneye dayalı deneyimle onları tesbit eder."[5] Bu anlatım gerçekte bir klişe sözdür ama, uygulamada üç problem ortaya çıkarır. İki tür "önerme"den ya da "kuram"dan hangisinin testlenmekte olduğunu açıklamada gösterdiği başarısızlığı ikirciklidir. Doğru, bu ikirciklilik, Sir Karl'ın yazılarındaki başka pasajlara gönderme yapma yoluyla giderilebilir; ama sonuç olarak ortaya çıkan genelleme, tarihsel açıdan yanlıştır. Dahası, ya-

[5] Popper, *Logic of Scientific Discovery*, s. 27.

nılma önemlidir de; çünkü, betimlemenin açık seçik biçimi, bilimleri öbür yaratıcı araştırmadan en çok ayırt eden bilimsel uygulamanın karakteristiğini gözden kaçırır.

Bilim adamlarının sık sık dizgeli testten geçirdikleri bir tür "önerme" ya da "varsayım" vardır. Kendi araştırma problemini, genelde kabul edilen bilimsel bilginin bütünüyle bağlamak için gerçek yolla ilgili; bir bireyin en iyi kestirimlerinin anlatımları var kafamda. Sözgelişi o şöyle kestirimde bulunabilir: Bilinmeyen bir kimyasal veri, nadir toprak madeni tuzu içerir, deney farelerinin şişmanlığı diyetlerinde açıklanmış olan bir bileşenden ileri gelir; ya da yenilerde bulunan spektral örüntü, çekirdek spininin bir etkisi gibi anlaşılmalıdır. Bu durumların her birinde, araştırmasında daha sonraki evreler, kestirimi ya da varsayımı sınayıp yoklamaya ve testlemeye yöneliktirler. Araştırma testleri yeterince geçtiği ya da yeterince karşıladığında, bilim adamı da bir bulgu yapmıştır ya da en azından kurmuş olduğu bulmacayı çözmüştür. Yoksa, ya bulmacayı tümüyle bırakmak ya da daha başka varsayımların yardımıyla onu çözmeye çalışmak gerekir. Elbette, hepsi denemezse de birçok araştırma problemi bu biçime bürünür. Bu türden testler, benim başka yerde "normal bilim" ya da "normal araştırma" etiketini vurduğum şeyin standart bir bileşenidir; diyeceğim, temel bilimde yapılmış olan çalışmanın büyük bir bölümünü açıklayan bir girişimdir. Ne var ki bu türden testler geçerlikteki kurama yönelik değildirler asla günlük anlamda. Tam tersine, normal bir araştırma problemine bağlanıldığında, bilim adamı, oyununun kuralları olarak, geçerlikteki kuramı *önkoşul olarak koymak* zorundadır. Onun amacı bir bulmaca çözmektir, bu da başkalarının başaramadığı bir bulmacadır tercihan ve geçerli olan kuramın da bulmacayı belirlemesi ve, belli bir parlaklıkla, onun çözülebilmesini güvence altına alması istenir.[6] Böyle bir

[6] Normal bilimle ilgili genişletilmiş bir tartışma, diyeceğim, uygulayıcıların gerçekleştirmek için yetiştirildikleri etkinlik için bak: *The Structure of Scientific Revolutions,* ss. 23-42 ve 135-42. Ben bilim adamını bir bulmaca-çözer kişi diye ve Sir Karl da bir problem çözer (kişi) diye betimlerken (sözgelişi, *Conjectures and Refutations,* ss. 67, 222), terimlerimiz arasındaki benzerliğin köklü bir görüş

girişimin uygulayıcısı, düşünce inceliğinin önerdiği kestirimli bulmaca çözümünü çoğun testlemek zorundadır elbet. Ama, yalnız kişisel kestirimi testten geçirilir. Bu testte başarısız olduğunda, o anda geçerli olan bilimin bütünü değil, yalnız onun yeteneği kusurludur. Kısacası, normal bilimde sık sık testler yapılmakla birlikte, bu testler özel türdendir; çünkü, son çözümlemede, testlenen, yürürlükteki kuramdan çok, tek kişi olarak, bilim adamıdır.

Ne var ki Sir Karl'ın kafasında taşıdığı test türü de bu değildir. O, her şeyin üstünde, bilimin içinde büyüdüğü çalışma yollarına ilgi duyar; ayrıca, bu "büyümenin" öncelikle doğal bir büyüme yoluyla değil, kabul edilmiş olan kuramın devrimci yolla yıkılması ve yerini bir daha-iyisine bırakması yoluyla olduğuna inanmıştır.[7] ("yinelenen yıkım"ın "büyümesi" altında yatan içerik, biz daha ilerledikçe, *raison d'être'* i [varlık nedeni – ç.n.] daha görünür hale gelecek dilbilimsel bir garabettir kendi başına). Bu görüşü kabul eden Sir Karl, kabul edilmiş olan kuramın sınırlarını araştırmak ya da geçerlikteki kuramı maksimum zorlamaya bağlı kılmak için, yapılan testler üzerinde durur. En sevdiği örnekler arasında da, (sonuçları bakımından hepsi de şaşırtıcı ve yıkıcıdırlar), Lavoisier'nin yanma olayı üstüne deneyleri, 1919 güneş tutulması olayı, ve korunum denkliği üstüne son zamanlardaki deneyler vardır.[8] Bunların hepsi de klâsik testtir elbette, ama bilimsel etkinliği belirginleştirmek için

---

ayrılığını gizlediğini gözden kaçırmamak gerekir. Sir Karl şöyle yazıyor (vurgulamalar onundur): "Kabul etmek gerekir ki, beklentilerimiz ve bu yüzden kuramlarımız, tarihsel açıdan, problemlerimizden de önce gelebilir. *Ama bilim sadece problemlerle başlar.* Problemlerimiz, özellikle umduklarımızda düşkırıklığına uğradığımızda ya da kuramlarımız bizi güçlüklere ve çelişkilere soktuğunda ortaya çıkar." En iyi bilim adamlarının bile *olağan bir yolla* karşısına çıkan güçlüklerin, sözcük bulmacaları ya da satranç bulmacaları gibi, yalnız kendi zekâ inceliğine meydan okuma olduklarını vurgulayabilmek için, "bulmaca" terimini kullanıyorum. O güçlük içindedir, yürürlükteki kuram değil. Benim görüşüm Sir Karl'ınkinin nerdeyse karşıtıdır.

[7] Bak. Popper, *Conjectures and Refutations,* ss. 129, 215 ve 221, bu konumun özellikle güçlü anlatımları için.

[8] Sözgelimi, agy., s. 220.

bunları kullanırken Sir Karl onlar üstüne korkunç derecede önemli bir şeyi gözden kaçırır. Bu gibi oluntular, bilimin gelişiminde çok az görülür. Görüldüklerinde de genellikle bunun nedeni, ya ilgili alandaki daha önceki bir bunalımdır (Lavoisier'nin deneyleri ya da Lee ile Yang'ınkiler gibi[9]), ya da varolan araştırma yasalarıyla yarışa giren bir kuramın bulunmasıdır (Einstein'ın genel göreliliği gibi). Ama bunlar, benim başka yerde "olağanüstü araştırma" adını verdiğim şeyin görünümleri ya da zaman zaman kendini göstermesidir; diyeceğim, bilim adamlarının, Sir Karl'ın vurguladığı birçok karakteristiği içinde sergilediği, ama en azından geçmişte, herhangi bir uzmanlıkta, tamamen özel koşullar altında ve hep aralıklı olarak ortaya çıkan bir girişimin yanlarıdır.[10]

O zaman ben de Sir Karl'ın bütün bilimsel girişimi, onun sadece zaman zaman devrimci olan bölümlerine uygulanan terimlerle belirginleştirdiğini söylüyorum. Yapmış olduğu vurgu doğaldır ve geneldir: Copernicus ile Einstein'ın başarıları, Brehe ve Lorentz'inkilerden daha iyi okuma parçası olur; Sir Karl benim normal bilim adını verdiğimi, yanlışlıkla, özünde ilginç-olmayan bir girişim gibi gören tek kişi değildir. Ne ki araştırma yalnız ve yalnızca, yol açmış olduğu devrimler açısından gözönüne alındığında, ne bilim ve ne de bilginin gelişimi anlaşılabilecektir sanırım. Sözgelimi, temel bağlanmaların testten geçirilmesi, sadece olağanüstü bilimde olmakla birlikte; hem test edilecek sorunları ve hem de testleme yöntemini ortaya koyan, normal bilimdir. Yine bunun gibi, meslekten kişiler, bilimin olağanüstü uygulaması için değil, normal uygulaması için eğitilirler; ama, normal uygulamanın bağlı bulunduğu kuramları yerinden etmede ve yerini doldurmada seçkin bir biçimde başarılı oluyorlarsa, o zaman açıklanması gereken bir tuhaflık var demektir. Kısacası, bilimsel girişime dikkatli bir bakı-

---

[9] Yanma (calcination) konusundaki çalışma için bak. Guerlac, *Lavoisier: The Crucial Year* (1961). Denklik deneyleri ardalanı için Hafner ve Presswood'a bak.: *Strong Interference and Weak Interactions*, Science 149 (1945): 503-10.

[10] *Structure of Scientific Revolution'* da konu uzun uzadıya tartışılmıştır, ss. 52-97.

şın, bilimi öteki girişimlerden iyice ayırt eden, olağanüstü bilimden çok, içinde Sir Karl'ın testleme türünün bulunmadığı, normal bilim olduğu, şu anda benim temel görüşümdür. Eğer bir sınır çizgisi ölçütü varsa (keskin ve kati bir sınır çizgisi aramamamız gerekir, sanırım), Sir Karl'ın bilmezlikten geldiği bir bölümünde bulunmaktadır bilimin o.

Çok çağrıştırıcı denemelerinden birinde Sir Karl, "bilgimizi genişletmenin izlenebilecek tek yolunu temsil eden eleştirel tartışma geleneğinin" kökenini, Thales ile Platon arasındaki; hem okullar arasında ve hem de bir tek okul içinde eleştirel tartışmayı yüreklendirilmiş olan insanlar arasındaki, Yunan Filozoflarına bağlar.[11] Buna eşlik eden Sokrates-öncesi söylemin betimlenmesi çok başarılıdır, ama betimlenen şeyin bilimle hiçbir benzerliği yoktur. Daha çok iddialar ve karşı iddialar geleneğidir ve, Orta Çağ dışta tutulursa, o zamandan bu yana, felsefeyi ve sosyal bilimin çoğunu belirginleştiren, temel ilkeler üzerinde tartışmalardır. Daha önce Helenistik dönemle birlikte matematik bilimi, astronomi, statik ve optik biliminin geometrik bölümleri, bulmaca çözümüne geçmek üzere, bu söylem biçimini bırakmıştı. Sayıca giderek artan öteki bilimler de, o zamandan bu yana, aynı geçiş dönemlerinden geçmişlerdi. Sir Karl'ın görüşünü bir anlamda baş aşağı getirirsek, bilime geçişe damgasını vuran şey eleştirel söylemin bir yana bırakılmasıdır diyebiliriz kesinlikle. Bir çalışma alanı bir kez bu geçişi yaptı mı, eleştirel söylem sadece alanın temelleri yine tehlikede olduğu o bunalım anlarında yeniden ortaya çıkar.[12] Salt birbiriyle yarış eden kuramlar arasında bir seçme yapma zorunda kaldıklarında, bilim adamları filozoflar gibi davranış sergilerler. İşte bunun için metafizik dizgeler arasında seçme yapma nedenleri üstüne Sir Karl'ın parlak betimlemesi, bilimsel kuramlar arasında seçme yapma nedenleri üstüne benim yaptığım betimle-

---

[11] Popper, *Conjectures and Refutations*, Böl. 5, özellikle ss. 148-52.

[12] O sıra bir sınır çizgisi çizme ölçütü aramıyor idiyse de, *Structure of Scientific Revolutions*' da bu konular uzun uzadıya tartışılmıştır, ss. 10-22 ve 87-90.

meyle bu denli yakından benzerlik göstermektedir, sanırım.[13] Her iki seçimde de, kısaca göstermeye çalışacağım gibi, testleme büsbütün bağlayıcı bir rol oynayamaz.

Ama testlemenin niçin böyle yapar gibi göründüğünün sağlam bir sebebi vardır ve onu araştırırken, Sir Karl'ın ördeği de en sonunda benim tavşanım olabilir. Filan grup için ve filan zaman için özel bir bulmacanın ne zaman çözülmüş olacağını belirleyen ölçütleri uygulayıcıları paylaşmadıkça, hiçbir bulmaca çözme girişimi yapılamaz. Aynı ölçütler, zorunlu olarak, bir çözüm gerçekleştirmede başarısızlığı da belirler ve seçim yapan her kimse, bu başarısızlığı testten geçirilecek bir kuramın başarısızlığı gibi görebilir. Daha önce de üzerinde durmuş olduğum gibi, bu yol normal olarak iyice incelenmemiştir. Araçları değil, hep uygulayıcı kınanmıştır. Ama meslekte bir bunalım yaratan özel koşullar altında (diyeceğim, en parlak meslek adamlarının büyük başarısızlıkları ya da yinelenen başarısızlıkları görüldüğünde) grubun bakış açısı da değişebilir. İlkin kişisel olan bir başarısızlık, sonradan testlenen bir kuramın başarısızlığı gibi görünebilir. Bundan böyle, test bir bulmacadan doğduğu için ve, dolayısıyla, yerleşik çözüm ölçütleri getirdiği için; o, normal biçimi, bulmaca çözmekten çok, eleştirel söylem olan bir gelenek içindeki elverişli testlerden hem daha sert ve hem de kaçıp kurtulması daha güçtür.

İşte bu yüzden test ölçütlerinin sertliği, bir anlamda, paranın yalnız bir yanı ise, öbür yanı da bulmaca-çözme geleneğidir. Dolayısıyla Sir Karl'ın sınır çizgisi ile benimki sık sık örtüşür işte böyle. Ama bu örtüşme yalnızca onların *sonuçlarındadır,* onları uygulama *süreci* ise çok farklıdır ve üzerinde karar alınması gerekli (bilim ya da bilim değil) etkinliğin açık seçik yanlarını ayırıp ortaya koyar. Sözgelimi, Sir Karl'ın ölçütünün de başta gösterilmiş olduğunu söylediği,[14] psikanaliz ya da Marx'çı tarih-yazımı gibi cansıkıcı durumları incelerken ben günümüzde onların gerçekten "bilim" diye etiketlenemeyeceğine katılmak-

---

[13] Popper, *Conjectures and Refutations,* ss. 192-200 ile benim *Structure of Scientific Revolutions'* umu karşılaştırın, ss. 143-58.

[14] Popper, *Conjectures and Refutations,* s. 34.

tayım. Ama bu sonuca ben, onunkinden çok daha güvenli ve daha doğrudan bir yolla varıyorum. Kısa bir örnek iki ölçütten, yani testleme ve bulmaca-çözmeden, ikincisinin hem daha az kuşkulu ve hem de daha köklü olduğunu anlatabilecektir.

Çağımızdaki gereksiz tartışmalardan uzak kalabilmek için, sözgelişi psikanalizden çok astrolojiyi ele alacağım. Astroloji, Sir Karl'ın bir "sözde-bilim" olarak çok sık başvurduğu bir örnektir.[15] O der ki, "yorumlarını ve kehanetlerini yeterince bulandırdıktan sonra, onlar (yani, astrologlar), kuram ve kehanetler daha belgin olsa da, kuramın bir reddiyesi olabilecek herhangi bir şeyi çarpıtabiliyorlardı. Yanıltmacadan kurtulabilmek için, kuramın testlenebilirliğini yokediyorlardı."[16] Bu genellemeler, astrolojik girişimin ruhundan bir şeyler taşır. Ama, sözcüğü sözcüğüne alındıkta, olmaları gerektiği gibi bir sınır ölçütü sağlayacaklarsa eğer, desteklenebilmeleri olanağı yoktur. Astroloji tarihi, düşünsel açıdan ün salmış bulunduğu yüzyıllar boyunca, kesinlikle başarısız kalmış birçok öndeyiyi kaydetmiştir.[17] Astrolojinin en inançlı ve ateşli sözcüleri bile, bu tür başarısızlıkların yeniden başgöstereceğinden kuşku duymuyorlardı. Öndeyilerinin ortaya atılış biçiminden dolayı, bilimler astrolojiyi engelleyemez.

Uygulayıcılarının başansızlığı açıklayış tarzından dolayı da o yine engellenemez. Sözgelimi astrologlar, örneğin, bir bireyin iç-eğilimleri ya da doğal bir afet konusunda genel öndeyilerden farklı olarak, bireyin geleceğinin önceden bildirilmesinin son derece karmaşık bir iş olduğunu, çok yüksek bir yetenek ve ilgili verilerde en küçük yanılgılara karşı son derece duyarlık gerektiğini belirtiyorlardı. Yıldızların ve sekiz gezegenin toplu-görünümü durmadan değişiyordu; bir bireyin doğuşundaki toplu-görünümü saptamakta kullanılan astronomik cetveller, kesinlikle yetersizdi; doğmuş olduğu anı gerekli kesinlikle pek az insan

---

[15] *Conjectures and Refutations*'da dizinin "tipik bir sözde bilim olarak" başlığı altında sekiz girişi vardır.

[16] Popper, *Conjectures and Refutations*, s. 37.

[17] Örnekler için Thorndike'a bak.: *A History of Magic and Experimental Science*, 8 Cilt (1923-58), 5: 225, 6: 71, 101, 114.

bilmekteydi[18]. Öyleyse, bu öndeyilerin tutmaması doğaldı. Astrolojinin kendisi akla yakın olmaktan uzaklaştığında salt bu kanıtlar da bir savı-kanıtsama gibi görünmeye başlandı.[19] Sözgelimi, tıpta ya da meteorolojideki başarısızlıklar açıklanırken de, günümüzde aynı kanıtlar kullanılagelmektedir. Karışıklık dönemlerinde, sağın bilimlerce de, fizik, kimya ve astronomi gibi alanlara yayılmaktadır bunlar.[20] Astrologların başarısızlığı açıklamalarında bilimdışı bir şey yoktur.

Ne var ki, astroloji bir bilim değildi. Ama bir zanaattı, mühendislik, meteoroloji ve tıp ile yakın benzerlikleri olan, pratik sanatlardan biriydi; çünkü bu çalışma alanları, bir yüzyıldan birazcık fazla bir zaman öncesine kadar uygulanmaktaydı. Eski tıpla ve çağdaş psikanalizle olan koşutluklar, özel bir biçimde yakındadır sanırım. Bu alanların her birinde paylaşılan kuram, sadece disiplinin akla yakınlığını kurmaya ve pratiği yöneten çeşitli zanaat kuralları için bir mantıksal temel sağlamaya uygundu. Bu kurallar geçmişte yararlı olduklarını göstermişlerdi, ama, durmadan karşılaşılan başarısızlığı önlemeye yeterli olduklarını düşünen bir uygulayıcı çıkmamıştı. Daha eklemli bir kuram ve daha güçlü kurallar isteniyordu; ama, sırf bu istekler henüz ele alınmadığından dolayı, başarısı sınırlı bir geleneği olan, akla yakın ve son derece gerekli bir disiplini bir yana bırakmak saçma olacaktı. Bunlar olmadığında, gerçekten ne astrologlar, ne de doktorlar araştırma yapabilirlerdi. Uygulayacak kuralları olsa da, çözülecek bulmacaları yoktu onların ve, dolayısıyla, uygulayacak bir bilimleri de yoktu.[21]

---

[18] Başarısızlığın yinelenen açıklanmaları için, bak. agy. 1:11, 514-15; 4: 368; 5: 279.

[19] Astrolojinin akla yakınlığını yitirme sebeplerinden bir kısmının kolay anlaşılır bir açıklaması, Stahlmann'ın "Astrology in Colonial America: An Extended Guery"sinde (*William and Mary Quarterly* 13, [1956]: 551-63) yer almaktadır. Astrolojinin daha önceki çekiciliğinin bir açıklanması için, bak. Thorndike; "The True Place of Astrology in the History of Science", *Isis* 46 (1955): 273-78.

[20] Bak, benim *Structure of Scientific Revolutions,* ss. 66-76.

[21] Bu formülasyon, Sir Karl'ın sınır çizgisi ölçütünün onun açık yönelimi bütün bütüne korunmakta olan küçük bir yeniden-anlatımla kurtarılmış olduğunu

Astronomlar ile astrologların durumlarını karşılaştıralım. Bir astronomun öndeyisi başarısız kalırsa ve hesapları tutmazsa, durumunu doğrultmayı umabilir. Belki veriler kabahatlidir: Eski gözlemler yeniden incelenebilir ve yeni ölçümler yapılabilirdi, diyeceğim, bir yığın hesap-işi ve araçlı bulmacayı ortaya çıkaran işler. Ya da belki kuramı ayarlamak gerekiyordur, epicycles'in, eccentrics'lerin, equants'lerin ve benzerlerinin* elden geçirilmesiyle ya da astronomi tekniğinde daha köklü reformlarla. Çünkü bin yıldan fazla bir zamandır, araçsal karşı-ağırlıklarıyla birlikte, çevresinde geleneksel astronomi araştırmasının kurulmuş olduğu, kuramsal ve matematiksel bulmacalardı bunlar. Buna karşılık astrologun böyle bulmacaları hiç yoktu. Başarısızlıkların ortaya çıkması açıklanabilirdi, ama özel başarısızlıklar araştırma bulmacalarının doğuşuna yol açmıyordu; çünkü, ne denli yetenekli olursa olsun hiçbir insan, astrolojik geleneği yeniden gözden geçirme yolunda yapıcı bir girişimde bunları kullanamazdı. Pek çok olası güçlü kaynağı vardı ve bunların da en çoğu astrologun bilgisi, denetimi ve sorumluluğu ötesindeydi. Buna karşılık tek tek bireylerin başarısızlıkları da bilgi sağlamıyordu ve meslektaşlarının gözünde kâhinin yetkisinde yansımıyorlardı.[22] Ptoleme, Kepler ve Tycho Brahe de içlerinde

---

söyler. Bir alanın bir bilim olabilmesi için, yargılarının *paylaşılan öncüllerden mantıksal bir yolla* türeyebiliyor olması gerekir. Bu görüşe göre astroloji engellenmek gerekir, ama kehanetleri testlenmediği için değil, en genelleri ve en az testlenebilirleri sadece, kabul edilmiş olan kuramdan türetilebildikleri için. Bu koşulu yerine getiren herhangi bir alan, bulmaca çözme geleneğine destek *olabileceğinden,* öneri de yararlı olacaktır açıkçası. Bir alanın bir bilim olması için yeterli bir koşul sağlamaya çok yaklaşır. Ama bu biçim içinde, en azından, tam yeterli bir koşul değildir, kesinlikle zorunlu bir koşul değildir. Sözgelimi, emlakçılığı ve gemi nakliyatçılığını bilim olarak kabul edecek ve taksonomiyi, tarihsel yerbilimi ve evrim kuramını da engelleyecektir. Bir bilimin vargıları, kabul edilmiş öncüllerden mantık yoluyla tam olarak türeyebilir olmaksızın da, hem belgin ve hem de bağlayıcı olabilir. Bak. *Structure of Scientific Revolutions,* ss. 35-51, ve ayrıca aşağıdaki tartışma.

* Epicycles: Ptoleme astronomisinde gezegenlerin içinde dolandığı daireler; eccentrics: Mevzi hareketin yatay harekete çevrilmesi –dış merkezli (ç.n).

[22] Ama bu, astrologların birbirini eleştirmediğini anlatmaz. Tersine, felsefe ve kimi toplumsal bilimlerin uygulayıcıları gibi onlar da birçok değişik okullara

olmak üzere, astronomi ve astroloji düzenli bir biçimde aynı kişilerce uygulanmış olmakla birlikte, astronomik bulmaca-çözme geleneğinin astrolojik bir eşdeğeri olmamıştı hiç. İlk ağızda meydan okuyabilen ve sonra da tek tek uygulayıcının zekâ inceliğini gösterebilen bulmacalar olmayınca, yıldızlar insan yazgısını gerçekten denetleseler de, astroloji bir bilim olamıyordu.

Kısacası astrologlar testlenebilir öndeyilerde bulunsalar ve bu öndeyilerin kimi zaman başarısız kaldığını kabullenseler bile, kabul görmüş olan bilimlerin tümünü belirginleştiren etkinlik türlerine katılmazlardı, katılamazlardı. Sir Karl astrolojiyi bilimlerin dışına çıkarmakta haklıydı, ama bilimsel kuramın devrimci değişiklikleri üstüne dikkatini aşırı derecede toplaması, bu yolu tutuşunun en güvenilir nedenini görmeyi engelliyordu.

Öte yandan bu olgu da, Sir Karl'ın tarih yazımındaki başka bir acayipliği açıklayabilir. Bilimsel kuramların değiştirilmesinde testlerin rolünün altını sık sık çizdiği halde, birçok kuramın, örneğin Ptoleme kuramının, gerçekten test edilmeden önce, değiştirilmiş olduğunu kabul etmek zorunda kalmıştır.[23] Oysa kimi durumlarda, en azından, bilimin ilerlemesine yol açan devrimlere testlerin gereği yoktur. Ama, bulmacalar için bu doğru olamaz. Sir Karl'ın değindiği kuramlar, yerlerinden oynatılmadan önce, testten geçirilmiş olmamakla birlikte; bunlardan hiçbiri, bir bulmaca-çözme geleneğini uygun bir biçimde desteklemez oluncaya değin bir başkasına yerini bırakmamıştır. Astronominin durumu, erken onaltıncı yüzyılda bir skandaldı. Ama, birçok astronom yine hissediyordu ki, temel bakımdan Ptolemik bir modelin normal düzenlenmesi durumu doğrultacaktır. Bu anlamda, kuram bir testi başarısız kılmıyordu. Ama, Copernicus da aralarında olmak üzere, birkaç astronom da hissediyordu ki, güçlükler, o vakte değin geliştirilmiş olan Ptoleme kuramının özel değişkelerinden çok; Ptoleme'ci yakla-

girerler ve okullar arası çekişme kimi zaman daha da acı olur. Ama bu tartışmalar genel olarak bu ya da şu okulca kullanılan kuramın *aklayakın-olmayışı* çevresinde döner. Bireysel öndeyilerin başarısızlıkları çok küçük rol oynamıştır. Thorndike: *A History of Magic and Experimental Science,* 5: 233 ile karşılaştır.

[23] Bak. Popper, *Conjectures and Refutations,* s. 246.

şımın kendisinde yatmaktadır ve bu kanının sonuçları, çoktan kayıtlanmış bulunmaktadır. Durum tipiktir.[24] Testli ya da testsiz olarak, bir bulmaca-çözme geleneği, kendinin yerinden edilmesine yol açabilir. Bir bilimin belirtisi olarak testlemeye bel bağlama, bilim adamlarının çoğun yaptıkları şeyi gözden kaçırmak ve, onunla birlikte, girişimlerinin en karakteristik çizgisini gözden kaçırmak demektir.

Bu söylenen saptamalarla sağlanan ardalanla birlikte, Sir Karl'ın sevgili deyişlerinden bir başkasının ortaya çıkışını ve sonuçlarını çabucak anlayabiliriz. *Conjectures and Refutations*'un önsözü şu tümce ile başlar: "Bu kitabı oluşturan denemeler ve konuşmalar, çok basit bir izlek üzerine *–yanılmalarımızdan bir şeyler öğrenebiliriz* savı üzerine– değişkelerdir." Vurgulamalar Sir Karl'a aittir; bu sav, çok erken bir tarihte onun yazısında görünür,[25] soyut olarak alındığında, kaçınılmaz bir biçimde kabulü gerektir. Herkes kendi yanılmalarından birşeyler öğrenebilir ve öğrenir de; onları bulup ortaya çıkarma ve düzeltme, çocukların öğreniminde temel tekniktir. Sir Karl'ın sözbiliminin kökenleri günlük yaşantıdadır. Ama onun bu bilinen buyruğunun çağrıştırıldığı bağlamlar içinde, uygulanması kesinlikle çarpık görünür. Bir yanılma yapılmış olduğundan emin değilim, en azından, kendisinden birşeyler öğrenilecek bir yanılma değildir.

Şu anda neyin tartışma konusu olduğunu anlamak için, yanılmalarla ortaya konmuş olan daha derin felsefi problemlerle karşılaşmaya gerek yoktur. Üçe üç eklemek ve beş elde etmek, ya da "bütün insanlar ölümlüdür"den, "bütün ölümlüler insandır" sonucunu çıkarmak yanılmadır. Birçok nedenlerden ötürü, "O (erkek kişiyi gösteren 3. şahıs zamiri) benim kızkardeşimdir" demek, ya da test yüklemeleri böyle bir şey göstermediği halde,

---

[24] Benim, *Structure of Scientific Revolutions*, ss. 77-87 adlı kitabıma bak.

[25] Alıntı Popper'dandır, *Conjectures and Refutations*, s. VII, 1962 tarihli önsözdedir. İlk zamanlar Sir Karl "yanılgılarımızdan öğrenmeyi", "sınama yanılma" yoluyla öğrenim'e eşit kılıyordu (agy. s. 216) ve sınama ve yanılma formülasyonu da en azından 1937 tarihliydi (agy. s. 312) ve ruhen bundan daha yaşlıdır. Sir Karl'ın "yanılma – mistake" kavramı konusunda aşağıda söylenmiş olanların çoğu "yanılgı – error" kavramına da uygulanabilir.

güçlü bir elektrik alanı olduğunu bildirmek, yanılmadır. Belki daha başka yanılmalar da vardır; ama, normal olanların tümü, sanırım aşağıdaki belirgin nitelikleri paylaşacaklardır. Bir yanılma, özel bir kişice açıklanabilir bir zamanda ve yerde yapılır ya da işlenir. Bu kişi ya bir yerleşik mantık ya da dil kuralına, ya da bunlardan biri ile deney arasındaki bağıntıların kuralına uymakta kusur etmiştir. İmdi, buna karşılık, o, kuralların kendisine sağlamış olduğu seçenekler arasında özel bir seçimin sonuçlarını da tanımayabilir. Uygulaması bu kuralları somutlaştıran grup, onları uygulamakta bireyin başarısızlığını ortaya koyabildiği için yalnız, birey yanılmasından bir şeyler öğrenebilir. Kısacası, Sir Karl'ın buyruğunun çok açık bir biçimde uygulandığı yanılma türleri, daha önceden yerleşik kurallarla yönetilen bir etkinlik içinde, bir bireyin gösterdiği anlama ya da tanıma başarısızlıklarıdır. Bilimlerde bu türden yanılmalar çok sık görülür ve belki en başta da normal bulmaca-çözme araştırması pratiğinde görülür.

Ne var ki, Sir Karl'ın bunları aradığı yer burası değildir, çünkü onun bilim anlayışı normal araştırmanın varlığını bile karanlıklaştırır. Buna karşılık, o, bilimsel gelişimde olağanüstü ya da devrimci oluntulara özenle eğilir. Onun işaret ettiği yanılmalar genellikle hiç de edimler değil, zamanı geçmiş bilimsel kuramlardır: Ptoleme'nin astronomisi, flojiston kuramı ya da Newton dinamiği gibi. Buna karşılık, "yanılmalarımızdan bir şeyler öğrenme", bilimsel bir topluluk bu kuramlardan birini reddettiğinde ve onun yerini başka biriyle doldurduğunda, olup biten budur.[26] Eğer bu hemen garip bir tutum gibi görünüyorsa,

---

[26] Agy. ss. 215 ve 220. Bu sayfalarda Sir Karl, bilimin devrimlerle büyüdüğünü öngören savını özetleyip gösterir. "Yanılma" terimini süreç içinde zaman aşımına uğramış bilimsel kuramın adıyla hiçbir zaman yanyana koymaz; sağlam tarihsel içgüdüsü, böylesine büyük bir anakronizmi engellediği için olacak herhalde. Ne var ki anakronizm Sir Karl'ın retoriğinde esastır, aramızdaki büyük ayrımların ipuçlarını sık sık o sağlar. Zaman aşımına uğramış kuramlar birer yanılma oldukça, uzlaşmanın yolu bulunamaz; diyeceğim, Sir Karl'ın önsözünün açış paragrafı (agy. s. vii: "yanılmalardan öğrenme"; "problemlerimizi çözmek için çoğun yaptığımız yanlış girişimler"; "yanılmalarımızın ortaya çıkarılmasında bize yardımcı olabilecek testler") ile "bilimsel bilginin büyümesi... bilim-

bunun asıl nedeni, onun bizim hepimizde bulunan tortusal tümevarımcıya onun seslenmesidir. Geçerli kuramların, olgulara dayalı doğru tümevarımlann ürünü olduğuna inanarak, tümevarımcı, yanlış bir kuramın tümevarımda bir yanılmanın sonucu olduğunu da kabul etmelidir. En azından ilke olarak o şu sorulara yanıt vermeye hazır olmalıdır: Hangi yanılmaya düşüldü, hangi kurala uyulmadı, ne zaman ve kim tarafından, sözgelişi, Ptoleme dizgesine varılırken? Bunların duyarlı sorular olduğu adama, ama yalnız bu adama, Sir Karl'ın deyişi hiçbir sorun çıkarmaz

Gelgelelim, ne Sir Karl ne de ben bir tümevarımcıyız. Olgulardan doğru kuramların çıkarılması için kuralların bulunduğuna, ya da, doğru ya da yanlış, bu kuralların, her nasılsa çıkarılabileceğine inanmıyoruz. Buna karşılık, onları, doğaya uygulamak üzere bir bütün olarak icat edilmiş, imgelemsel boyutlar gibi görüyoruz. Ve bu boyutların, en sonunda, çözemeyecekleri bulmacalarla karşılaşabileceklerini ve genellikle de karşılaştıklarını belirtmekle birlikte, bu cansıkıcı karşılaştırmaların, bir kuram bulunup kabul edildikten bir süre sonra, artık pek görünmediklerini de tanıyoruz. Öyleyse bizim görüşümüzde, Ptoleme dizgesine varırken, hiçbir yanılmaya düşülmemiştir ve işte bu nedenle, Sir Karl bu dizgeyi ya da zamanını doldurmuş bir başkasını bir yanılma diye nitelediğinde, kafasında taşıdığı şeyin ne olduğunu anlamak çok güçtür. Olsa olsa insan, daha önce bir yanılma olmayan bir kuramın, bir yanılma olduğunu ya da bir bilim adamının uzun süre bir kurama bağlanıp kalma yanılmasına düştüğünü söylemek isteyebilir. En azından birincisinin son derece cansıkıcı olduğu bu deyişler bile, bizim en çok karşılaştığımız yanılma anlamına bizleri geri götürmez. Bunlar, Ptoleme'ci (ya da Copernicus'çü) bir astronomun kendi dizgesinde, belki gözlem yaparken, hesaplarken ya da verileri çözümlerken yaptığı normal yanılmalardır. Diyeceğim, öyle yanılmalardır ki, bulunup ortaya çıkarılabilirler ve sonra da, özgün dizgeye el sürmeden hemen düzeltilebilirler. Öte yandan, Sir Karl'

---

sel kuramların sık sık başaşağı gelmesinden ve daha iyi ya da daha doyurucu olanların, onların yerini alması(ndan ibarettir)" görüşü (agy. s. 215).

ın anlamında bir yanılma, tüm dizgeyi bozar ve dizge sadece bütünüyle değiştirilerek düzeltilebilir. Bu köklü ayrımları, hiçbir deyiş ve hiçbir benzeşme gizleyemez, ayrıca dizgeye yerleşmiş bulaşıcı hastalık, şimdi artık sağlam bilgi dediğimiz şeyi baştan aşağıya sarmadan önce, bu gerçeği de saklayamaz.

Çok olasıdır ki, Sir Karl'ın "yanılma"ya verdiği anlam kurtarılmış olabilir; ama, başarılı bir kurtarma işlemi, onu yine geçerli kimi içermelerden yoksun bırakacaktır herhalde. "Testleme" terimi gibi "yanılma" terimi de normal bilimden alınmıştır, oradaki kullanımı da bir hayli açıktır ve uygulamasının en çok tartışma götürdüğü, devrimci oluntulara uygulanmıştır. Bu aktarım, bütün kuramların, bir kuramın bireysel araştırma uygulamaları değerlendirilirken kullanılan ölçütler türüyle aynen değerlendirileceği şeklindeki yaygın izlenimi uyandırır ya da en azından güçlendirir. Böylece uygulanabilir ölçütlerin bulgulanması, birçok kimse için birincil bir istek durumuna girer. Sir Karl'ın da bunlar arasında olması gariptir; çünkü, bu araştırma, onun bilim felsefesinde en özgün ve verimli dürtüye ters düşmektedir.

Ancak, *Logik der Forschung*'tan bu yana, yöntembilimsel yazılarını başka türlü anlayamam. Şimdi şu noktayı belirtmeye çalışayım: O, yazılı açık yadsımalarına karşın kendilerine dayanılarak aritmetikte, mantıkta ve ölçümde yanılmaların bulunup saptandığı tekniklerin karakteristik şaşmaz kesinliğiyle, kuramlara uygulanabilen değerlendirme süreçlerini araştırmıştır durmadan. Korkarım ki o, testleri bilimlerin çok köklü bir çizgisi imiş gibi gösteren, olağanüstü ve normal bilimin aynı birleşmesinden doğan, aldatıcı bir hayalet peşinde koşmaktadır.

Logik der Forschung'unda, Sir Karl, bir genellemenin ve asimetrisinin onun görgüsel kanıtla bağıntısında yadsınmasının altını çizer. Bilimsel bir kuramın, tüm olası örneklerinde, başarılı bir biçimde uygulanabileceği gösterilemez, ama özel uygulamalarda başarısız olabileceği gösterilebilir. Bu mantıki basit kural ve onun içermeleri üstüne vurgulama, geri çekilmemesi gereken ileriye bir adım gibi görünüyor bana. Aynı asimetri, benim *Structure of Scientific Revolutions*'umda da köklü bir rol oynar. Orada, çözülebilir bulmacaları bulup ortaya çıkaran

kuralları sağlamakta bir kuramın başarısızlığı, çoğun kuramın değişmesiyle sonuçlanan mesleki bunalımların kaynağı olarak görülür. Benim görüşüm Sir Karl'ınkine çok yakındır ve ben de belki onu, onun yapıtı üstüne duyduklarımdan almış olabilirim pekâlâ.

Ne var ki Sir Karl, girişilen bir uygulamada kuram başarı göstermediğinde, olup bitenleri, bir "yanıltma – falsification" ya da bir "reddiye – refutation" gibi betimler ve son derece garip göründüğü için beni yine çok şaşırtan, aralarında bağıntılı deyişler dizisinin ilkidir bunlar. Hem "yanıltma" ve hem de "reddiye", "kanıtlama"nın zıt-anlamlılarıdır. Her şeyden önce mantıktan ve biçimsel matematikten çıkarılmışlardır; uygulandıkları kanıt zincirleri "Q.E.D." ile biter; bu terimlerin söylenmesi, ilgili mesleki topluluğun herhangi bir üyesinden onay koparma yeteneği demektir. Ama bu topluluğun hiçbir üyesi, bütün bir kuram ya da çoğun bilimsel bir yasa tehlikede olduğu sırada da, kanıtlamaların bu denli nadiren kesin olduğunu duymayı gereksemez. Deneylerin tümü, ya uygunlukları ya da doğrulukları dolayısıyla karşısına çıkabilir. Ana çizgilerinde aynı kuramlar olmaktan çıkmaksızın, kuramların tümü, türlü *ad hoc* ayarlamalarla değişikliğe uğratılabilir. Bundan başka, bunun böyle olması da önemlidir, çünkü, bilimsel bilgi, gözlemlerin karşısına çıkmakla ve kuramları yeniden düzenlemekle büyür çoğun. Karşı çıkışlar ve düzenlemeler görgüsel bir bilimde normal araştırmanın standart bir parçasıdır ve düzenlemeler en azından biçimsel olmayan matematikte de başat bir rol oynar. Matematiksel reddiyelere yerinde yanıtlarla ilgili Dr. Lakatos'un parlak çözümlemesi, saf bir yanıltmacı konuma karşı, benim bildiğim en anlamlı kanıtları sağlamaktadır.[27]

Sir Karl saf bir aldatıcı değildir elbet. Buraya değin söylenenlerin hepsini bilir ve mesleğinin daha başından itibaren bunu vurgulamıştır. Sözgelişi, *Logic of Scientific Discovery*'sinin daha başlarında şöyle yazar: "Gerçekte, bir kuramın inandırıcı bir yadsınması şimdiye değin yapılamamıştır; çünkü, de-

[27] I. Lakatos, "Proofs and Refutations", *British Journal for the Philosophy of Science* 14 (1963-64): 1-25-39, 120-39, 221-43, 296-342.

neysel sonuçların güvenilir olmadığını ya da deneysel sonuçlarla kuram arasında varolduğu ileri sürülen tutarsızlıkların sadece görünüşte olduğunu ve anlayışımızın ilerlemesiyle yokolacaklarını söylemek her zaman olasıdır."[28] Bu gibi anlatımlar Sir Karl'ın bilim görüşü ile benimki arasında bir koşutluğu daha ortaya koyar; ama, bizim onlardan yaptığımız şey, pek öyle daha farklı bir şey değildir. Benim görüşüme göre, hem kanıt ve hem kaynak olarak köklüdürler. Buna karşılık Sir Karl'ınkine göre, kendi temel konumunun tümünü tehdit eden, esaslı bir kayıtlamadır. İnandırıcı yadsması engellendikten sonra, onun yerine konacak bir kayıt bulamamıştır ve kullandığı bağıntı, mantıki bir aldatmanın bağıntısı olarak kalmıştır. Saf bir aldatıcı olmamasına karşın, Sir Karl'a haklı ve yerinde olarak, öyleymiş gözüyle bakılabilir, anladığım kadarıyla. Eğer sırf sınır çizgisi üzerinde durmuş olsaydı, inandırıcı yadsımalarının elverişsizliğiyle ortaya konmuş olan problemler, daha az ciddi ve belki giderilebilir olurdu. Diyeceğim, sınır çizgisi yalnız ve yalnız sentaktik bir ölçütle gerçekleşebilirdi.[29] O zaman Sir Karl'ın görüşü de şöyle olabilirdi ve belki öyledir de: Bir kuram bilimseldir, eğer ve yalnız eğer, *gözlem önermeleri* –özellikle de tekil varoluşsal önermelerin olumsuzlanmaları– mantıki bir yolla ondan çıkarsanabilirse, belki, adı geçen ardalan bilgisiyle birlikte. Özel bir laboratuvar işleminin sağladığı sonucun özel bir gözlem önermesini ileri sürmeyi temellendirip temellendirmeyeceğine karar vermekte karşılaşılan güçlükler (ki ilerde kısaca döneceğim onlara) o zaman yersiz olacaktır. Belki, böyle bir yol tutmanın temeli daha az açıkta olmakla birlikte, bir gözlem önermesinin, bir kuramın yaklaştırımsal (diyeceğim, matematiksel yolla düzenlenebilir) değişkesinden çıkarsanmış olan bir gözlem öner-

---

[28] Popper, *Logic of Scientific Discovery*, s. 50.

[29] Benim görüşüm bir dereceye kadar farklı olsa da, kendisine bağıl olmaktan çok saltık bir yanıltmaca (falsification) içinde bir inanç yüklemek yoluyla Sir Karl'ı yanlış yorumlayanlar üstüne C. G. Hempel'in kınamalarına borçluyum bu konuyla karşılaşma gereğini tanımamı. Bak. Hempel, *Aspects of Scientific Explanation* (1965), s. 45. Bu müsvedde halindeki bildirinin sıkı ve kolay anlaşılır bir eleştirisi için de Prof. Hempel'e yine borçluyum.

mesinin, kuramın kendisinin sonuçları sayılıp sayılamayacağını karara bağlamakta karşılaşılan aynı derecedeki ağır güçlükler aynı yolla giderilebilecektir, belki. Bu gibi problemler sentaktike değil, kuramın ileri sürüldüğü dilin pragmatiğine ya da anlambilimine girer ve böylece bilim olarak, onun statüsünü belirlemekte hiçbir rolleri bulunmaz. Bir kuram, bilimsel olabilmek için, edimsel gözlemle değil, bir gözlem önermesiyle yalnız yanıltıcı olmak gerekir. Önermeler arasındaki bağıntı, bir önerme ile bir gözlem arasındakinden farklı olarak, mantık ve matematikten bilinen, inandırıcı yadsıma olabilir.

Yukarda söylenilen (21. not) ve aşağıda hemen geliştirilmiş olan sebeplerden ötürü, bilimsel kuramların, Sir Karl'ın ölçütünün bu değişkesinin gerektirdiği salt sentaktik değerlendirmelere olanak veren bir biçim içinde, bağlayıcı değişiklik yapılmaksızın, ortaya atılabileceğini kuşkuyla karşılıyorum. Ama atılabilseler de, bu yeniden kurulmuş kuramlar, sadece sınır çizgisi ölçütü için bir temel sağlayacaklardır; ona çok yakından bağlı olan bilgi mantığı için, sağlayamayacaklardır. Ne var ki, sonuncusu Sir Karl'ın üzerinde en çok durduğu bir iş oldu ve onunla ilgili görüşü çok açık ve kesindir. "Bilgi mantığı..." diye yazıyor, "eğer ciddiyetle tutulacaksa, her yeni fikrin bağlı olması gereken, dizgeli testlerde kullanılan yöntemleri araştırmaktan ibarettir yalnız."[30] Aşağıdaki gibi yöntembilimsel kurallar ya da sözleşimler, bu araştırmadan kaynaklanır," diye ekler. Bir varsayım bir kez önerilip testten geçirildi mi, böylece tıynetini ortaya koydu mu, sağlam bir sebep olmaksızın ortaklıktan ayrılmasına izin verilemez. Bir "sağlam neden", sözgelimi, ... varsayımın sonuçlarından birinin yanıltması olabilir.[31]

Bu gibi kurallar ve bunlarla birlikte yukarda betimlenmiş olan mantıksal girişimin tümü, artık anlamları bakımından sadece sentaktik değildir. Hem bilgibilimsel araştırmacının ve hem de araştırmacı bilim adamının, bir kuramdan türemiş tümceleri, başka tümcelere değil, edimsel gözlemlere ve deneylere bağlayabilmelerini isterler. Sir Karl'ın "aldatma" teriminin

---

[30] Popper, *Logic of Scientific Discovery*, s. 31.

[31] Agy., ss. 53-53.

işlerlik göstermesi gereken bağlam da budur ve Sir Karl onun bunu böyle nasıl yapabileceği konusunda, hiç sesini çıkarmaz. İnandırıcı olmayan yadsıma değil de nedir "aldatma"? Hangi koşullar altında bilgi *mantığı*, bir bilim adamından, deneylerle ilgili önermelerle değil, deneylerin kendileriyle karşılaştığında, daha önce kabul edilmiş olan kuramı bırakmasını ister? Bu sorulara açıklık getirirken, Sir Karl'ın bize vermiş olduğu şeyin, bilgi mantığı olduğundan hiç emin değilim. Sözümü bağlarken diyeceğim ki, aynı derecede değerli olsa da, o tümüyle başka bir şeydir. Bir mantıktan çok, Sir Karl, bir ideoloji getirmiştir; yöntembilimsel kurallardan çok, çalışma yöntemiyle ilgili özdeyişler getirmiştir.

Sir Karl'ın aldatma kavramıyla ilgili güçlüklerin kaynağına son olarak daha derin bir bakış atmasına kadar bu sonuç bölümü ertelenmeliydi derim. Daha önce de belirttiğim gibi o, bir kuramın bilim adamlarına, düşünülebilecek her olayı, ya pekiştirici bir örnek, bir yanıltıcı örnek, ya da kuramla ilgili olmayan bir örnek gibi sınıflandırma olanağını veren bir biçimle ortaya atıldığını; hiç çarpıtmadan atılabileceğini önceden varsayar. Eğer genel bir yasa aldatıcı olacaksa, açıkça istenen şudur: a değişmezine uygulayarak $(x)\phi(x)$ genellemesini testleyebilmek için, a'nın x değişkeni aralığı içinde bulunup bulunmadığını ya da $\phi(a)$ olup olmadığını söyleyebilmemiz gerekir. Aynı önvarsayım Sir Karl'ın yakınlarda hazırlamış olduğu hakikate-benzerlik ölçüsünde daha da açıkça görülmektedir. İşte bu ölçüye göre, biz ilkin kuramın mantıki sonuçlarının hepsinin sınıfını buluruz ve sonra bunlar arasından; ardalan bilgisinin de yardımıyla, tüm doğru ve tüm yanlış sonuçların sınıflarını seçeriz.[32] Eğer hakikate-benzerlik ölçütü, bir kuram seçme *yöntemi* ile sonuçlanacaksa, en azından bunu yapmamız gerekir. Ama, kuram mantıki yolla tam olarak eklemlenmedikçe ve kendisini doğaya bağ-

[32] Popper, *Conjectures and Refutations*, ss. 233-35. Bu sayfaların sonuncusunun dipnotunda, iki kuramın bağıl hakikate-benzerliğini Sir Karl'ın karşılaştırmasının, onların "bizim ardalan bilgimizde hiçbir devrimci değişmeye bağlı olmadığına" dikkat edelim; bu onun hiçbir yerde açıklamadığı ve devrimler yoluyla bilimsel değişme anlayışıyla bağdaşması güç olan bir savdır.

layan terimler, her olanaklı durumda uygulanabilirliklerini belirleyebilmek için yeterince belirlenmedikçe, bu işlerin hiçbiri gerçekleşemez. Ne var ki, uygulamada, hiçbir bilimsel kuram, bu katı isterleri karşılayamaz ve bunun için, birçok kimse, bir kuramın, bu yoldan gittiğinde, araştırmada yararlı olamayacağını öne sürer.[33] Başka bir yol izlendiğinde, bilimsel kuramların içeriğinin ve uygulamasının açıklanmasında uçuruma dönüşebilecek bir durum üzerinde köprü kuracak somut örneklere bilimsel araştırmanın bağımlılığını vurgulamak için, başka bir yerde ben "paradigma" terimini karıştırmıştım işe. İlgili kanıtlamalar burada bir daha yinelenemez. Ama, kısa bir örnek, benim söylem biçimimi geçici olarak değiştirecek olsa da, yararlı olmaktan geri kalmayacaktır.

Benim örneğim, elemanter bilimsel bir bilginin kurgusal bir özeti biçimini alıyor. Bu bilgi, kuğular üstüne ve, şimdiki ilgili karakteristiklerini ortaya çıkarabilmek için, onunla ilgili şu üç soruyu soruyorum: a) "Bütün kuğular beyazdır" gibi açık genellemeler getirmeksizin, kuğular üstüne ne kadar şey bilinebilir? b) Hangi koşullarda ve hangi sonuçlarla, bu gibi genellemeler, kendileri olmaksızın da bilinen şeye eklenmeye değerdirler? c) Hangi koşullar altında genellemeler, bir kez yapıldıktan sonra, reddedilirler? Bu soruları ortaya koymaktaki amacım, mantık bilimsel araştırmanın güçlü ve, son çözümlemede, temel aracı olsa da, mantığın çok az uygulanabildiği biçimlerde de sağlam bilgiye sahip olunabileceğini anlatmak. Bu arada şunu da söyleyeyim: Mantıki eklemlenme kendi başına bir değer değildir, ama, koşullar kendisini gerektirdiğinde ve gerektiği ölçüde yalnız, kabul edilir.

Kuğu diye yetkeye dayalı olarak saptanmış olan on kuşun size gösterilmiş olduğunu ve sizin de bunları anımsayabildiğinizi düşünelim; ördekler, kazlar, güvercinler, kumrular, martılar ve benzerleriyle de böyle tanışık olduğumuzu; bu tiplerden her birinin doğal bir familya oluşturduğunu bildiğinizi düşünelim. Benzer nesnelerin gözlemlenen bir kümesi olarak bildiğiniz do-

[33] Braithwaite, *Scientific Explanation* (1953), ss. 50-87, özellikle s. 76 ve benim *Structure of Scientific Revolutions*, ss. 97-101.

ğal bir familya, cinsil bir ad gerektirecek denli yeterince önemli ve yeterince kesiklidir. Daha kesin konuşursak, burada kavramın gerektirdiğinden daha çok sadeleştirilmesini versem de, doğal bir familya (aile), başka doğal familyaların üyelerine benzemekten çok, kendi üyelerinin birbirine benzediği bir sınıftır.[34] İnsan kuşaklarının deneyimi günümüze değin şunu pekiştirmiştir ki, gözlemlenen bütün nesneler, şu ya da bu doğal familyaya girmektedir. Diyeceğim, bu dünyanın bütün nüfusunun her zaman (bir kezlik ve son olarak olmasa da) algısal yoldan kesikli ulamlara bölünebildiğini göstermiştir. Bu ulamların arasındaki algısal alanlarda hiçbir nesnenin bulunmadığına inanılmaktadır.

Paradigmalarla karşılaşmaktan, kuğular üstüne öğrendiğiniz şey, çocukların ilk olarak köpekler ve kediler, masalar ve sandalyeler, analar ve babalar üstüne öğrendiklerine çok benzer. Bunun çapını ve içeriğini kesinlikle açıklamanın yolu yoktur elbette; ama, yine de sağlam bilgidir bu. Gözlemden türemiş olduğu için, başka bir gözlemle sakatlanabilir ve, bu arada, ussal eylem için bir temel verebilir. Daha önceden bildiğiniz kuğular gibi bir kuş gördüğünüzde, onun da öbürleriyle aynı yemi isteyeceğini ve onlarla besleneceğini yerinde olarak varsayabileceksinizdir. Kuğular doğal bir familya olduklarından ötürü, görünüşte onlara çok yakından benzeyen hiçbir kuş, daha yakından tanışıldığında, kökten farklı karakteristikler sergilemeyecektir. Kuğu familyasının doğal bütünlüğü üstüne yanlış bilgilendirilmiş olabilirsiniz elbet. Ama bu, sözgelimi, kuğular ile, ne bileyim, kazlar arasındaki boşluğu sırf algısal aralıklarla taşıdıkları karakteristiklerin doldurabildiği (birden fazlasına gerek olduğuna dikkat ediniz) birçok hayvanın bulgulanmasıyla, deneyimden anlaşılabilir.[35] Ama bu durum oluşuncaya değin, neyi bildi-

---

[34] Unutmayalım ki bir doğal familyanın üyeleri arasındaki benzerlik öğrenilmiş bir ilişkidir ve öğrenilmemiş olabilen bir ilişkidir. Şu eski söz üzerinde düşünelim: "Bir Batılı adam için Çinliler birbirinin benzeridir." Bu örnek de, bu alana sokulmuş olan sadeleştirmelerin en güçlüsünü belirgin kılar. Daha tam bir tartışma, daha yüksek düzeylerdeki familyalar arasındaki benzerlik ilişkileriyle doğal familyaların hiyerarşilerini gözönüne alacaktır.

[35] Bu deney hem "kuğular" ulamını ve hem "kazlar" ulamını bırakmayı zorunlu kılmayacaktır, ama onlar arasına *keyfi* bir sınır koymayı zorunlu kılacaktır.

ginizden ve bir kuğunun ne olduğundan büsbütün emin olmasanız da, kuğular hakkında bir hayli bilginiz olacaktır.

Şimdi de varsayalım ki, sizin gerçekten gözlemlediğiniz kuğuların tümü de beyazdır. Ama "bütün kuğular beyazdır" genellemesini hemen benimser miydiniz? Böyle yapmanız, çok az bildiğiniz bir şeyi değiştirecektir; bu değişikliğin, beyaz olmayan ama yine de kuğuya benzeyen bir kuşla karşılaşmanız gibi, olasılık dışında bir olayda yararı dokunabilir yalnız; değişikliği yaratmak yoluyla, kuğu familyasının, her şeye karşın, doğal bir familya gibi görünmeme tehlikesini artıracaksınız. Bu koşullar altında, özel nedenler olmadıkça, genelleme yapmaktan çekineceksiniz herhalde. Belki, sözgelimi, paradigmalarla doğrudan doğruya karşılaşamayan insanlara kuğuları betimlemeniz gerekecektir. Hem kendi adınız ve hem de okurlarınız adına insanüstü bir dikkat göstermedikçe, betimlemeniz bir genellemenin kuvvetini kazanacaktır; bu, sık sık sorunu olmuştur taksonomistlerin. Ya da belki gri olan, ama başka yönden de kuğulara benzeyen, yalnız değişik yiyeceklerle beslenen ve talihsiz bir durumda olan kuşlar görmüşsünüzdür. O zaman, bir davranış yanılmasından uzak kalabilmek için, genelleme yapabilirsiniz. Ya da genellemenin zahmete değer olduğunu düşünmek için, daha kuramsal bir neden bulabilirsiniz. Sözgelimi, öbür doğal familyaların üyelerinin renklenmeyi paylaştığını gözlemleyebilirsiniz. Güçlü mantıksal teknikleri, bildiklerinize uygulama olanağını veren bir biçim içinde, bu olguyu açıklama, genelde hayvan rengi ya da hayvan beslenmesi üstüne daha çok bilgi edinme olanağını verir size.

Şimdi bu genellemeyi yaptıktan sonra, siyah ama ayrıca bir kuğuya da benzeyen bir kuşa rastlarsanız, ne yapacaksınız? Hemen nerdeyse hep aynı şeyleri söylüyorum, daha önce genellemeye sanki hiç katılmamışsınız gibi. Kuşu dikkatle, hem dışardan ve belki hem de içerden inceleyeceksiniz, bu nümuneyi si-

---

"Kuğular" ile "kazlar" familyaları artık doğal familya olmayacaklar ve siz de, kazlar için de doğru olmayan, kuğu-benzeri yeni bir kuşun karakteri üzerine bir şey söyleyemeyeceksiniz. Boş algı alanı esastır, eğer familya üyeliği bilgisel bir içerik olacaksa.

zin paradigmalarınızdan ayırt eden öbür karakteristikleri bulmak isteyeceksiniz. Rengin doğal familyaları belirginleştirdiğine inanabilmek için kuramsal nedenleriniz varsa ya da benliğiniz genellemeye derinden ilgi duyarsa, bu araştırma da özellikle uzun ve eksiksiz olacaktır. Çok olasıdır ki, araştırma daha başka ayrımları da ortaya koyacaktır ve siz yeni bir doğal familyanın bulgulanmasını bildireceksinizdir. Ya da bu türden ayrımlar göremeyeceksiniz ve dolayısıyla siyah bir kuğunun bulunmuş olduğunu duyuracaksınız. Ama gözlem sizi bu yanıltıcı sonuca zorlamayabilir ve siz de, bu vesileyle yenik kişi olursunuz zaman zaman. Kuramsal görüşler, doğal bir familyayı sınırlandırabilmek için yalnız rengin yeterli olduğunu söyleyebilecektir: Siyah olduğu için kuş kuğu değildir. Ya da siz öbür nümunelerin bulgulanması ve incelenmesi sırasında sorunu düpedüz erteleyebilirsiniz. Yalnız eğer "kuğu"nun tam bir tanımına, diyeceğim, düşünülebilir her nesneye uygulanabilirliğini açıklayacak bir tanıma, daha önceden katılmış bulunursanız, genellemenizi iptal etmek *zorunda* kalabilirsiniz.[36] Ama böyle bir tanımı niçin ortaya çıkarasınız? Çünkü, hiçbir bilgisel işleve yararı dokunmayacaktır ve sizi de korkunç tehlikelerle karşı karşıya getirebilecektir.[37] Tehlikeler de göze alınmalıdır sık sık elbet, ama yalnızca tehlike için tehlike, insanın bildiğinden fazlasını söylemesi de çılgınlıktır.

Mantıken daha eklemli ve çok daha karmaşık olmakla birlikte, bilimsel bilginin bu türden olduğunu söylüyorum ben. Kendisini edindiğiniz kitaplar ve öğretmenler, bir yığın kuram-

---

[36] Bu gibi tanımlardan herhangi birinin doğallığının bulunmadığı üstüne daha çok kanıt aşağıdaki soruyla sağlanabilir. 'Beyazlık' kuğuların belirleyici bir karakteristiği olarak içerilmiş midir? İçerilmiş ise, "Bütün kuğular beyazdır" genellemesi deneyimden bağışıktır. Buna karşılık "beyazlık" tanımdan çıkarılırsa, o zaman başka bir karakter içerilmek gerekir, "beyazlık"ın yerine geçmek üzere. Hangi karakteristiklerin bir tanımın markası olmak gerektiği ve hangilerinin genel yasaların anlatımı için elverişli olmak gerektiği ile ilgili kararlar çoğun keyfidir ve, uygulamada, pek seyrek alınır. Bilgi bu yolla eklemlenmiş değildir genelde.

[37] Tanımların bu eksikliğine çoğun "açık doku" ya da "anlam bulanıklığı" adı verilir, ama bu sözler kesinlikle sakattır. Tanımlar eksiktirler belki, ama anlamlarda hiçbir şey yanlış değildir. İşte anlamlar bu tarzda davranırlar!

sal genellemeyle birlikte, somut örnekler sunmaktadırlar. Bunların her ikisi de başlıca bilgi taşıyıcısıdır ve, dolayısıyla, bilim adamının akla gelebilen her örneğin kendi kuramına uygun mu yoksa onu çarpıtabilir mi olduğunu onun baştan açıklayabildiğine inandığı bir yöntembilimsel ölçütü aramak, Pickwick'e yaraşan bir iştir. Örtülü ya da açık olarak onun eli altında bulunan ölçütler, açık seçik olarak uygun düşen ya da açık seçik olarak ilgili bulunmayan durumlarda yalnızca bu soruyu yanıtlamaya yeterlidir. Bunlar onun beklediği durumlardır, bilgisinin yöneltilmiş olduğu durumlardır. Beklenmediklerle karşılaştığında, o, daha henüz sorunsallaşmış bir alanda kuramını daha ileriye eklemleyebilmek için, her zaman daha çok araştırma yapmak zorundadır. O zaman, bir başkası adına onu reddedebilir, hem de sağlam nedenlere dayanarak. Ama, salt mantıksal olan ölçütler, onun çıkarması gereken sonucu dikte ettiremez tümüyle.

Buraya değin söylenmiş olan hemen hemen her şey bir tek izlek üzerinde toplar değişiklikleri. Bilim adamlarının bir eklemlenmenin geçerliğini ya da varolan kuramın bir uygulamasını belirlerken kullandıkları ölçütler, birbiriyle yarışan kuramlar arasında seçimi belirlemeye kendi başlarına yeterli değildir. Her günkü araştırmaların seçilmiş karakteristiklerini, bilimsel ilerlemenin en açıkça göründüğü raslantısal devrim oluntularına aktarmakla ve bundan böyle, her günkü girişimi tümüyle bilmezlikten gelmekle Sir Karl yanılgıya düşmüştür. Özellikle de, bir kuram daha önceden varsayıldığında sadece tam olarak uygulanabilir olan mantıki ölçütlerle, devrimler sırasında, kuram seçimi sorununu çözmeye çalışmıştır. Bu bildirideki savımın en büyük kısmı da budur ve, ortaya konmuş olan açık soruları olduğu gibi bırakmaktan hoşlansaydım, bütün savım da bu olurdu. Birbiriyle yarışan kuramlar arasında nasıl seçme yapıyor bilim adamları? Bilimin içinde ilerlediği yolu biz nasıl anlamalıyız?

Hemen açıklayayım ki, Pandora'nın kutusunu bir kez açtıktan sonra, hemen kapatacağım. Bu sorular üstüne, benim anladığım ve anladığımı da iddia etmemem gereken çok şey vardır. Ama, bunlara verilen yanıtlar içinde araştırılması gereken doğrultuları gördüğümü sanıyorum ve geçilen yolu kısaca göstermek için, bir girişimle sözümü bağlıyorum. Bunun sonuna doğru da,

Sir Karl'ın karakteristik deyişlerinin bir takımıyla bir kez daha karşılaşacağız.

Hâlâ açıklama isteyen nedir diye sormalıyım ilkin? Bilim adamlarının doğayla ilgili hakikati buldukları yok, hakikate daha yaklaşmış da değiller. Eleştirmenlerimden birinin söylediği gibi,[38] hakikate yaklaşımı, düpedüz, bilim adamlarının yaptığı işin bir sonucu diye tanımladıkça, bu amaç doğrultusunda bir ilerleme göremeyiz. Daha çok bilimin –sağlam bilgimizin en güvenilir örneğinin– böyle niçin ilerlediğini açıklamalıyız ve, gerçekte, nasıl ilerlediğini anlamalıyız ilkin.

Bu betimleyici soruya verilen yanıt üstüne çok az şeyin bilinmesi, şaşırtıcıdır. Çok büyük sayıda, düşünsel, görgüsel araştırmalar gereklidir. Bir grup olarak alınan bilimsel kuramlar, zamanla, giderek daha da eklemlenmektedir açıkça. Süreç içinde, giderek artan noktada ve giderek artan bir belginlikle, doğaya uymaktadırlar. Yine bunun gibi, bulmaca-çözme yaklaşımının açık seçik biçimde uygulanabildiği konuların sayısı da zamanla büyümektedir. Kısmen bilimin sınırlarının genişlemesiyle, kısmen de varolan alanların kendi içinde alt-bölümlere ayrılmasıyla, bilimsel uzmanlıklar durmadan çoğalmaktadır.

Ne var ki, bu genellemeler sadece bir başlangıçtır. Sözgelişi, bir bilim adamı grubunun, yeni bir kuramın şaşmaz bir biçimde sağlayacağı kazançları gerçekleştirebilmek için yapacağı özveri üstüne bildiğimiz bir şey yok nerdeyse. Benim izlenimim, hiç de bundan daha öteye değilse de, şöyledir: Bilimsel bir topluluk, öncüllerince işlenmiş olan nicel, sayısal bulmacaların tümünü ya da hemen hemen tümünü çözmedikçe, yeni bir kuramı çok zor tutar ya da hiçbir zaman tutamaz.[39] Öte yandan, kimi zaman daha önce çözülmüş sorunları açık bırakarak ve kimi zaman onların tümünün bilimsel olmadığını ilan ederek,[40] istemeye istemeye de olsa, açıklama gücünü zaman zaman kurban

---

[38] D. Hawkins, review of *Structure of Scientific Revolutions, American Journal of Physicis* 31'de (1963): 554-55.

[39] Bak. Kuhn, "The Function of Measurment in Modern Physical Science", *Isis* 52 (1961): 161-93 (elinizdeki kitapta: ss. 220-71).

[40] Bak. Kuhn, *Structure of Scientific Revolutions*, ss. 102-8.

ederler. Başka bir alana dönüldüğünde, bilimlerin birliği içinde geçen tarihsel değişikliklerle ilgili çok az şey bilmekteyiz. Zaman zaman gözkamaştırıcı başarılara karşın, bilimsel uzmanlıklar arasındaki sınırları aşan iletişim, giderek daha da kötüleşiyor. Giderek sayıları artan uzman topluluklarınca kullanılan, birbiriyle bağdaşmayan görüş açılarının sayısı, zamanla büyür mü? Bilimlerdeki birlik, bilim adamları için açık seçik olarak bir değerdir, ama ondan ne uğruna vazgeçiyorlar? Yine bunun gibi, bilimsel bilgi yığını zamanla açık seçik olarak artsa da, bilisizlik üstüne ne dememiz gerekecektir? Son otuz yıl içinde çözümü yapılan problemler, bir yüzyıl önce açık sorular olarak var değildi. Her çağda, önceden el altında bulunan bilimsel bilgi, bilinecek olanı hiç de gerçekten tüketememişti; gözle görünen bulmacaları, varolan bilginin çevreninde bırakmıştı hep. Çağdaş bilim adamlarının, dünyaları üstüne bilinmesi gereken şeyi, onsekizinci yüzyıl bilim adamlarının kendi dünyaları üstüne bildiklerinden daha az bildikleri, olanaklı ya da belki hatta olası değil midir? Unutulmamalıdır ki, bilimsel kuramlar, sadece şurada burada doğaya bağlanmaktadır. Bu bağlanma noktaları arasındaki aralıklar şimdi her vakitkinden daha büyük ve daha çok değil midir?

Bu gibi sorulardan daha çok yanıtlayamadıkça bilimsel ilerlemenin ne olduğunu tam olarak bilemeyeeeğiz ve, bu yüzden, onu tam olarak açıklamayı da umamayacağız. Öte yandan, bu sorulara verilen yanıtlar, aranılan açıklamayı da verecektir çok yaklaşık olarak. Bunların ikisi nerdeyse hep birlikte gelir. Zaten artık açık seçiktir ki, açıklama ya ruhbilimsel ya da toplumbilimsel olacaktır son çözümlemede. Diyeceğim, bir değer dizgesinin betimlenmesi, bir ideoloji ve de bu dizgenin aktarıldığı ve güçlendirildiği kurumların bir çözümlenmesi olmak gerekir. Bilim adamlarının neye değer verdiklerini bildiğimiz için, hangi problemleri ele alacaklarını ve özel çatışma durumlarında hangi seçmeleri yapacaklarını kavramayı umabiliriz. Bulunacak başka tür bir yanıtın varolduğundan kuşku duyuyorum.

Bu yanıtın alacağı biçim de ayrı bir sorundur elbet. Bu noktada da çalışma konumumu denetim altında tutmak duygum sona eriyor. Ama yine de kimi örnek genellemeler, aranması

gerekli olan yanıt türlerini göstereceklerdir. Bir bilim adamı için kavramsal ya da araçsal güç bir bulmacanın çözümü, asli bir amaçtır. Bu çabadaki başarısı, meslek grubunun üyelerince ve yalnız onlarca tanınmış olmasıyla ödüllenmiş olur. Çözümünün pratik değeri olsa olsa ikinci dereceden bir değerdir ve uzman grup dışındaki insanların onaması olumsuz bir değer olup, hiçbir anlam taşımaz. Normal bilim biçimini dikte etmekte çok iş gören bu değerler de, zaman zaman önem kazanırlar; sözgelişi, kuramlar arasında bir seçme yapmak gerektiğinde. Bir bulmaca çözücüsü olarak yetiştirilen bir kişi, grubunca daha önce elde edilmiş olan bulmaca çözümlerini elden geldiğince çok korumaya çalışır. Ne var ki, bu değerler bile sık sık birbiriyle çatışır ve seçme sorununu daha da güçleştiren başkaları da bulunabilir. İşte tam bu bağlamda bilim adamlarının neden vazgeçecekleri konusuyla ilgili çalışma, çok büyük önem kazanacaktır. Yalınlık, belginlik ve öbür uzmanlıklarda kullanılan kuramlarla uygunluk, bilim adamları için önemli değerlerdir hep; ama, bunların da tümü aynı seçmeyi dikte etmez, ayrıca aynı yolla da uygulanmaz. Gerçek bu olduğuna göre, grubun oybirliğinin yüksek bir değer taşıması da önemlidir; çünkü, grubu, çatışma fırsatlarını azaltmaya ve, hatta, uzmanlığı alt bölümlere ayırma ya da daha önce üretken olan bir üyeyi dıştalama pahasına, bir tek bulmaca çözme kuralları takımı çevresinde çabucak birleşmeye iter.[41]

Bilimin ilerlemesi problemine verilen doğru yanıtlar olduğunu söylemiyorum bunların; yalnız şu da var ki, araştırılması gereken yanıt tipleridir bunlar. Halen yapılmak gereken görevin bu olduğu görüşünde Sir Karl'ın bana katılacağını umabilir miyim? Katılmayacağını düşünmüştüm bir süre; çünkü, yapıtında sık sık karşılaşılan bir sözcük dizisi ona bu konumu engelliyormuş gibi görünüyordu. Döne döne, "bilginin ruhbilimi"ni ya da "öznel"i reddediyordu ve, tersine, ilgisinin de "nesnel"e ya da "bilginin mantığı"na dönük olduğunu vurguluyordu.[42] Bizim

[41] Agy. ss. 161-69.

[42] Popper, *Logic of Scientific Discovery*, ss. 22 ve 3N.-32, 46; *Conjectures and Refutations*, s. 52.

alanımıza yapmış olduğu en köklü katkının başlığı, *The Logic of Scientific Discovery* idi ve burada, bireylerin ruhbilimsel dürtülerinden çok bilginin mantıksal mahmuzlarına ilgi duyduğunu, çok kesin bir dille ileri sürüyordu. Çok yakın zamanlara değin, bu tür problem görüşünün benim savunmuş olduğum çözüm türünü engelleyebileceğini varsaymıştım.

Ama şimdi artık pek o kadar kesinlikle söyleyemem. Sir Karl'ın yapıtının buraya değin söylenmiş olanlarla pek bağdaşmayan başka bir yanı var. "Bilginin ruhbilimi"ni reddettiğinde, Sir Karl'ın açıkça duymuş olduğu kaygı, bir bireyin esin kaynağına ya da bir *bireyin* pekinlik duygusuna yöntembilimsel ilginin yadsınmasıdır yalnız. Bununla da ben hiç uyuşamıyorum. Ama ne var ki, bir bireyin ruhbilimsel özelliklerinin reddinden, *bilimsel bir grubun* lisanslı üyeliğinin ruhbilimsel yapısı içinde eğitim ve öğretimle oluşturulan ortaklaşa öğelerin reddine varıncaya, uzun bir yol var. Biri olunca ötekisine yol görünmemelidir. Bunu Sir Karl kimi zaman tanıyormuş gibi görünüyor. Bilgi mantığı üstüne yazdığında ısrar etse de, yöntembiliminde köklü bir rolü, bilimsel grubun üyelerinin kafasına ahlaki buyrukları yerleştirmek yolunda girişimler gibi okuyabildiğim pasajlar oynamaktadır.

Sir Karl şöyle yazıyor: "Bu bilinmeyen dünyamızda yaşamayı; elimizden geldiğince kendimizi ayarlamayı; ...olanaklı olduğunda (böyle olduğunu varsaymamıza gerek yoktur) ve olanaklı olduğu kadar, yasaların ve açıklayıcı kuramların yardımıyla onu açıklamayı, bile bile kendimize görev yapmıştık. *Eğer bunu biz kendimiz görev yaptı isek, öyleyse kestirim ve çürütme ... yönteminden daha ussal çalışma yolu yoktur.* Gözüpekçe önerilen kuramlar, bunların hatalı olduğunu göstermek için elimizden geleni yapma; eleştirel çabalarımız başarısız kaldığında, bunları geçici olarak kabul etme yönteminden."[43] Bunun gibi, retorik yoluyla oluşturulan ve meslekçe paylaşılan buyrukların kuvvetini toptan anlamaksızın, bilimin başarılarını da anlayamayacağız sanıyorum. İleri derece eklemlenmiş ve kurumlaşmış bu gibi özdeyişler ve değerler, mantık ve salt deneyce

[43] Popper, *Conjectures and Refutations*, s. 51 (özgün baskıda altı çizik).

dikte ettirilmiş olabilecek seçmelerin sonucunu açıklayabilir. Bu gibi pasajların Sir Karl'ın yazılarında seçkin bir yer tuttuğu gerçeği, görüşlerimiz arasındaki benzerliğin bir başka kanıtıdır bu yüzden. Onları haliyle sosyo-psikolojik buyruklar gibi hiç görmemesi de bizi derinden bölüp ayıran geştalt anahtarının bir başka kanıtıdır.

12

Paradigmalar Üstüne İkinci Düşünceler

The Structure of Scientific Theories, Frederick Suppe (Urbana: University of Illinois Press, 1974), ss. 459-82.

The Structure of Scientific Revolutions adını taşıyan kitabımın yayınlanmasından bu yana birçok yıl geçti. Kitaba gösterilen tepkiler değişik ve arasıra sıkıcı oldu; ama hâlâ okunmakta ve tartışılmakta geniş ölçüde. Uyandırmış olduğu ilgiye bakıyorum da genellikle çok kıvanç duyuyorum; eleştirilerin çoğu da içinde olmak üzere. Ama gösterilen ilgi bir bakımdan zaman zaman beni kaygılandırıyor. Özellikle kitaba coşkuyla bağlananlar arasında geçen aydınlatıcı konuşmalara bakıyorum da, tartışmaya katılan bütün tarafların aym kitap üzerinde durduklarına inanmakta kimi zaman güçlük çekiyorum. Başarısının nedeninin bir kısmı, onun bütün olup bitenlere ve bütün insanlara çok yakın olması, diye bağlıyorum üzülerek.

Bu aşırı esnekliğinden, kitabın hiçbir yanı, "paradigma" teriminin işe karıştırılması kadar sorumlu değildir;[1] sayfalarında

---

[1] Öbür problemler ve yanlış-anlama kaynakları, *Criticism and the Growth of Knowledge,* I. Lakatos ve A. Musgrave (Cambridge: Cambridge University Press, 1970)'de, "Logic of Discovery or Psychology or Research" adındaki denememde tartışılmıştır; bak. ss. 266-92 ve ötesi. Genişletilmiş bir "Eleştirmenlere Yanıt"ı da içeren bu kitap, 1965 Temmuz ayı içinde Londra'da Bedford'ta yapılan Bilim Felsefesi Uluslararası Kollokium'u tutanaklarının dördüncü cildini oluşturur. *The Structure of Scientific Revolutions* (Chicago: Chicago Uni. Press, 1962)'ye eleştirel tepkilerin daha kısa, ama daha dengeli bir tartışması, bu kitabın Japonca çevirisi için hazırlanmıştır. Daha sonraki Amerikan baskılarında

dilbilgisi öğeler dışında, öbür sözcüklerin hepsinden daha sık görülüyor. Nitekim ben de, bir dizin yokluğunu karşılamak zorunda kaldığımda, "paradigma, ss. 1-172 ve ötesi" diye, onun en sık girmiş olabileceği yeri belirtmişimdir düzenli olarak. Kitaba yakınlık duyan ya da duymayan eleştirmenler, terimin kullanılmış olduğu çok büyük sayıdaki değişik anlamların altını çizmekte oybirliği etmişlerdir.[2] Konunun dizgeli bir araştırmaya değer olduğunu düşünen bir yorumcu da, kendine göre bir konu dizini hazırlamış ve, "somut bir bilimsel başarı" (s. 11)'dan "inançların ve sanıların karakteristik bir takımı" (s. 17)'na değin sıralanan, ve sonuncusunun araçsal, kuramsal ve metafiziksel bağlanmalarıyla birlikte içerdiği (ss. 39-42), en azından yirmi iki farklı kullanımını ortaya koymuştur.[3] Ne bu dizinin devşiricisi ve ne de ben, o değişik doğrultulu görüşlerin esinlediği denli durumun umutsuz olduğunu sanmıyorsak da, duruma bir açıklık getirmek de gerekmekte açıkçası. Ama açıklık getirme de kendi başına yeterli olmayacaktır. Çünkü, sayıları ne olursa olsun, kitapta "paradigma" sözcüğünün kullanımları, hem farklı adları ve hem de ayrı bir tartışmayı gerektiren, iki takıma ayrılmaktadır. "Paradigma"nın bir anlamı geneldir; diyeceğim, bilimsel bir grubun katılmış olduğu tüm bağlanmaları kuşatır; öbürü, özellikle, önemli bir bağlanmayı ortaya koyar ve, böylece, birinci anlama bir alt-takım oluşturur. Aşağıda söyleneceklerde, başlangıçta onları birbirinden ayırmaya ve sonra da çok ivedilikle felsefi bir dikkat gerektiren şeyi araştırmaya çalışacağım. Kitabı yazdığımda paradigmaları ne denli yetersiz anlıyorduysam da, daha çok dikkate değer olduklarına da inanıyordum.

İngilizce bir versiyonu da vardır. Bu bildirilerin parçaları, bu bildirinin bıraktığı yerden işi sürdürür ve böylece burada ortak-ölçüsüzlük ve devrimler gibi kavramlarla geliştirilmiş olan fikirler arasındaki ilişkilerini açıklığa kavustururlar.

[2] Bu problemin en düşünceli ve baştan sona olumsuz açıklaması Dudley Shapere'sin "The Structure of Scientific Revolutions"udur; *Philosophical Review* 73 (1964): 383-94.

[3] Margaret Mastermann, "The Nature of a Paradigm"; *Criticism and the Growth of Knowledge*, I. Lakatos ve A. Musgrave bask. Metindeki parantezli sayfa göndermeleri, benim *Structure of Scientific Revolutions* adlı kitabıma yapılmıştır.

Kitapta "paradigma" terimi, "bilimsel topluluk – scientific community" (ss. 10-11) sözcük kümesine, hem mantıki hem fiziki bakımdan büyük bir yakınlık gösterir. Bir paradigma, bilimsel bir topluluktaki üyelerin ve de yalnız onların paylaşmış olduğu bir şeydir. Tam tersine, başka bir yolla birbirinden çok farklı insanların oluşturduğu bir grubun bilimsel topluluğunu kuran da, onların ortak bir paradigmaya sahip olmalarıdır. Görgüsel genellemeler olarak, her iki anlatım da savunulabilir. Ancak, kitapta, en azından kısmen, tanımlar gibi işlev gösterirler ve buradan doğan sonuç, en azından, birkaç kötü sonucu peşinden getiren bir daireselliktir.[4] "Paradigma" terimi eğer başarılı bir biçimde açıklanacaksa, bilimsel topluluklar her şeyden önce, bağımsız bir varoluşa sahipmiş gibi bilinmelidir.

Gerçekte, bilimsel toplulukların kimliğinin saptanması ve incelenmesi, toplumbilimciler arasında önemli bir araştırma konusu olarak, yakın zamanlarda günyüzüne çıkmış bulunmaktadır. Çoğu henüz yayınlanmamış olan, ilk ağızda elde edilen sonuçlar, gerekli görgüsel tekniklerin değersiz olmadığını; ama, kimilerinin zaten elde bulunduğunu ve başkalarının da geliştiri-

[4] Bu sonuçların en zararlısı, bireysel bir bilimin gelişiminde bir önceki dönemi daha sonrakinden ayırt ederek "paradigma" terimini kullanmamdan ileri gelmiştir. *Structure of Scientific Revolutions* adlı kitabımda "önparadigma-dönemi" diye adlandırılan süre boyunca bir bilimin uygulayıcıları birbiriyle yarışan birçok okula bölünmüştü ve her biri aynı konu üzerinde yetki iddiasındaydı, ama ona çok farklı bir yaklaşım gösteriyordu. Bu gelişim evresinin arkasından, genellikle önemli bir bilimsel başarının ertesinde, bütün ya da birçok okulların ortadan silinmesiyle belirginleşen, sözümona paradigma-sonrası bir döneme görece hızlı bir geçiş dönemi geliyordu; bu da geri kalan topluluk üyelerine çok daha güçlü mesleki bir davranış olanağını veriyordu. Ben hâlâ bu hem tipik ve hem de önemli örüntüyü düşünüyorum, ama bu paradigmanın ilk başarısına gönderme yapmaksızın tartışılabilir. Paradigmalar ne olursa olsunlar, önparadigma dönemi denilen dönemin okulları da içinde olmak üzere, herhangi bir bilimsel topluluğun malıdırlar. Bu noktayı açık seçik olarak görmekteki başarısızlığım, bir paradigmayı nerdeyse-mistik bir kendilik ya da kendisine bulaşmış olanları dönüştüren bir karizma gibi bir özellik diye göstermeye yardımcı olmuştur. Bir dönüşüm vardır, ama bir paradigmanın kazanımından meydana gelmemiştir o.

lebileceğinin kesin olduğunu göstermektedir.[5] Birçok uygulamacı bilim adamı, topluluktaki yakın ilişkilerle ilgili sorulara hemen yanıt veriyorlar; yürürlükteki değişik uzmanlıklar ve araştırma teknikleri konusunda sorumluluğun, en azından kabaca belirlenmiş üyelik grupları arasında dağıtıldığına kesin gözüyle bakıyorlar. Bu yüzden öyle sanıyorum ki, bunların tamlanması için de daha dizgeli yollar yakında bulunacaktır ve, dolayısıyla, burada sezgisel bir topluluk kavramının, diyeceğim, bilim adamlarınca, toplumbilimcilerce ve çok sayıda bilim tarihçisince geniş çapta paylaşılan bir kavramın kısa bir eklemlenmesiyle yetiniyorum ben de.

Bu bakış açısına göre, bilimsel bir topluluk, bilimsel bir uzmanlığın uygulamacılarından oluşur. Eğitim ve öğrencilikleriinde ortaklaşa öğelerle birbirine bağlanmış olarak kendilerini görürler ve başkalarınca da, ardıllarının yetiştirilmesi de içinde olmak üzere, paylaşılan bir amaçlar dizisinin izlenmesinden sorumlu insanlar gibi görülürler. Bu gibi topluluklar, grup içinde, iletişimde görece tamlıkla ve, mesleki konularda da, grup değerlendirmesinin görece oybirliği ile belirginleşirler. Belli bir topluluk üyeleri, önemli bir ölçüde aynı literatürü benimseyip özümsemiş ve ondan birbirine benzer dersler çıkarmış olmalıdır.[6] Değişik toplulukların dikkati, değişik konular üzerinde odaklandığı için, grup çizgileri arasında mesleki iletişim çetin olacaktır herhalde; giderek çoğun yanlış anlamaya da yol açacaktır

---

[5] W. O. Hagstrom, *The Scientific Community* (New York: Basic Book, 1965), böl. 4 ve 5; D. J. Price ve D. de B. Beaver, "Collaboration in an Invisible College", *American Psychologist* 21 (1966): 1011-18; Diana Crane, "Social Structure in a Group of Scientists: A Test of the 'Invisible College' Hypothesis", *American Sociological Review* 34 (1969): 335-52; N. C. Mullins, "Social Networks among Biological Scientists" (Ph. D. thesis, Harvard Univ. 1966) ve "The Development of Scientific Speciality", *Minerva* 10 (1972): 51-82.

[6] Genelde, teknik soruşturmanın ve görüşmenin kendisine elverişli olmayan tarihçi için, paylaşılan kaynak maddeler çoğun en önemli ipuçlarını sağlar topluluk yapısını anlamakta. İşte bunun için, Newton'un *Principia* gibi çok okunan yapıtlarına, *Structure of Scientific Revolutions*'da, paradigmalar olarak bu denli sık gönderme yapılmış bulunmaktadır. Şimdi de onları bir topluluğun disiplin matrisindeki öğelerin apayrı önem taşıyan kaynakları olarak betimlemek isterim.

bu ve, sürdürüldüğünde, önemli uyuşmazlıkları ortaya koyacaktır.

Bu anlamdaki toplulukların değişik düzeylerde bulunacağı açıktır. Belki, bütün doğa bilim adamları bir topluluk oluşturmaktadır. (C. P. Snow'un çevresindeki fırtınaya, aşikâr olduğunu söylediği bu konuları karartmasına izin vermememiz gerekir sanırım.) Yalnız hafifçe daha düşük düzeyde, temel bilimsel meslek grupları, şu topluluk örneklerini gösterirler: Fizikçiler, kimyacılar, astronomlar, zoologlar ve benzerleri. Bu büyük topluluklar için grup üyeliği, kenarda köşede kalma dışında, rahatça kurulur. Yüksek dereceli mesleki kuruluşlarda üyelik ve okunmaya değer gazeteler, yeterlinin de ötesindedir genelde. Benzeri teknikler büyük alt-grupları ortaya çıkaracaktır: Organik kimyacılar ve bunlar arasında belki protein kimyacıları, katı hal ve yüksek enerji fizikçileri, radio astronomları, vb. Görgüsel güçlükler ancak daha sonra gelen, düşük düzeyde kendilerini gösterirler. Kamu kendilerine alkış tutmadan önce, dışardan biri, *phage* (yiyici)* grubu nasıl ortaya çıkarıp koyabilir? Bu iş için yazlık enstitülere ve özel konferanslara düzenli olarak katılmaya, önceden basılı dağılım listeleri ve, hepsinin de üstünde alıntılar arasındaki bağlantılar da içinde olmak üzere, resmi ya da resmi olmayan iletişim şebekelerine başvurmaya çalışmalıdır insan.[7] Bu işin yapılabileceğini ve yapılacağını sanıyorum ve tipik bir biçimde onun belki yüz üyeli, kimi zaman epeyce daha az üyeli toplulukları vereceğini kabul ediyorum. Tek tek bilim adamları, hem de en yeteneklileri, ya eşzamanlı olarak, ya da ardışık olarak, bu gibi birçok gruba gireceklerdir. Görgücü çözümlemenin bizleri nereye kadar götürebileceği henüz açık seçik değilse de, bilimsel girişimin bu türden topluluklar arasında dağılmış olduğunu ve ileriye götürüldüğünü varsayabilmek için, çok güzel sebepler var.

---

* Phage (Lat. ek): yiyici, bactérie phoge: bakteri yiyen (ç.n.).

7 E. Garfield, *The Use of Citation Data in Writing the History of Science* (Philadelphia: Institute for Scientific Information, 1964); M. M. Kessler, "Comparison of the Results of Bibliographic Coupling and Analytic Subject Indexing", *American Documentation* 16 (1965): 223-33; D. J. Price, "Networks of Scientific Papers", *Science* 149 (1965): 510-15.

Şimdi her iki teknikle böyle bir topluluğu tanımlamış olduğumuzu varsayabilirim izninizle. Paylaşılan hangi öğeler, mesleki iletişimin görece sorunsal olmayan karakterini ve mesleki değerlendirmenin görece oybirliğini açıklar? Bu soruya, *The Structure of Scientific Revolutions,* "bir paradigma" ya da "bir paradigmalar takımı" diye yanıt verir. Bu, terimin kitapta geçen iki temel anlamından biridir. Onun için ben "paradigma" denilmesini kabul edebilirdim; ama, tersine, onun yerine "disiplin matrisi" söz kümesini getirirsem, karışıklık daha az olacaktır – "disiplin" diyorum, çünkü o, profesyonel bir disiplinin uygulayıcılarının ortak iyeliğidir, ve "matris" diyorum, çünkü o, her biri daha ileri açıklama isteyen, çeşitli türden düzenlenmiş öğelerden oluşmuştur. Disiplin matrisinin kurucu parçaları, kitapta paradigmalar, paradigma parçaları ya da paradigmatik olarak betimlenmiş grup bağlanmasının çoğu nesnesini ya da hepsini içine alır.[8] Bu kez tam bir liste yapmaya da girişmeyeceğim, ama onun yerine, bunlardan üçünü kısaca tanılayacağım; grubun bilgisel işlemi için esas olduklarından, bunlar bilim felsefecilerini özel bir biçimde ilgilendirecektir. İzninizle ben bunlara simgesel genellemeler, modeller ve nümuneler diye gönderme yapacağım.

İlk ikisi, zaten felsefi dikkatin bildiği bir şey. Özellikle simgesel genellemeler, grupça sorgulamadan, $(x)(y)(z)\phi(x, y, z)$ gibi mantıki bir biçimde kolayca ortaya atılabilen anlatımlardır. Disiplin matrislerinin biçimsel ya da kolayca biçimlendirilebilen bileşenleridir. Bu bildiride benim üstüne daha fazla söyleyecek bir şeyim olmadığı modeller, yeğlenmiş benzeşimlerle, ya da, derinden tutulduğunda, bir varlıkbilimle, grubun sağladığı şeydir. Bir uçta, onlar bulgusaldırlar: Bir elektrik devresi, hidrodinamik sabit-durum dizgesi gibi görülebilir ya da bir gaz, rasgele devinen milyarlarca mikroskopik topun bir koleksiyonu imiş gibi davranış gösterebilir. Öbür uçta metafiziksel bağlanmanın nesneleri olurlar: Bir cismin ısısı, kendisini kuran parçacıkların kinetik enerjisi*dir* ya da, daha açık metafiziksel olarak, algılanabilen bütün olaylar, boşlukta nitel olarak nötr olan

[8] Bak. *Structure of Scientific Revolutions,* ss. 38-42.

atomların deviniminden ya da karşılıklı etkileşiminden ileri gelir.[9] Son olarak, nümuneler somut problem çözümleridir ve grupça, tam olağan anlamda, paradigmatik diye kabul edilirler. Şimdi birçoğunuz artık kestirebilmektedir ki, "nümune" terimi, kitaptaki "paradigma"nın ikinci ve daha köklü anlamına yeni bir ad olmaktadır.

Sağlam bilginin üreticisi ve geçerli kılıcısı olarak bilimsel bir topluluğun nasıl çalıştığını anlamak için, disiplin matrisinin en azından bu üç bileşeninin yaptığı işlemi anlamamız gerekiyor sanırım; son olarak. Bunların herhangi birindeki değişiklikler, bir grup araştırmasının hem özeğini ve hem de doğrulama ölçütlerini etkileyen, bilimsel davranış değişmeleriyle sonuçlanır. Bu derece genel bir savı savunmaya kalkışmayacağım burada. Şimdi benim en önde gelen işim nümunelerdir. Ama onlara yer açabilmek için, simgesel genellemelerle ilgili birşeyler söylemeliyim ilkin.

Bilimlerde, özellikle de fizikte genellemeler çoğun simgesel biçimlerde kurulur zaten: $f = ma$, $I = V/R$ ya da $\nabla^2\psi + 8\pi^2 m/h^2(E - V)\psi = 0$. Başka yerlerde olağan bir yolla, sözcüklerle anlatılır: "etki tepkiye eşittir", "kimyasal bileşim, ağırlıkla sabit oranlardadır" ya da "bütün hücreler hücrelerden doğarlar". Bir bilimsel topluluk üyelerinin yapıtlarında bu gibi anlatımları alışılmış bir yolla sergilediğini; özel bir temellendirmeye gerek duymaksızın, olağan bir biçimde böyle yaptıklarını ve böylesi konularda gruplarının öbür üyelerince hiç de karşı çıkılmadığını kimse soruşturmayacaktır. Bu davranış önemlidir, çünkü, bir simgesel genellemeler dizgesine ortaklaşa bağlanma olmadıkça, mantık ya da matematik, topluluğun çalışmasında belli bir yolla uygulanamazdı. Tasnif bilimi (taksonomi) örneği de göstermektedir ki, bu gibi genellemelerin pek azıyla da, bu

[9] Diyeceğim atomları, alanları ya da uzaktan etkiyen kuvvetleri modeller başlığı altında toplamak yaygın bir şey değildir ama ben şu anda kullanımı genişletmekte bir zarar görmüyorum. Açıkça bilinmektedir ki, bir topluluğun bağlanma derecesi, bulgulama yönteminden metafizik modellere gidildikçe değişmektedir, ama modellerin bilgisel işlevlerinin yapısı da aynı kalıyormuş gibi görünmektedir.

genellemeler olmaksızın da, bir bilim varolabilir. Bunun nasıl gerçekleşebildiğini daha sonra anlatacağım. Ama, bir bilimin gücünün, uygulayıcılarının eli altında bulundurduğu simgesel genellemelerin sayısıyla artacağı şeklindeki yaygın bir izlenimden kuşku duymak için hiçbir sebep görmüyorum.

Ne-ki, bizim topluluğumuz üyelerine nasıl küçük bir uyuşma ölçüsü de yüklemiş olduğumuzu belirtelim. Sözgelişi, onların $f = ma$ simgesel genellemesine bir bağlanmayı paylaştıklarını söylediğimde, yalnız şunu demek isterim: f, $=$, m ve a gibi dört simgeyi bir çizgi üzerinde ard arda kaydeden, ortaya çıkan sonucu mantık ve matematik anlatımla kullanabilen ve yine simgesel bir sonuç sergileyen insan için, hiçbir güçlük çıkarmayacaklardır. Bunları kullanan bilim adamları için olmasa da, tartışmanın bu noktasında bizim için, kendilerini birleştirme yoluyla oluşturulan bu anlatımlar ve simgeler yorumlanmamışlardır ve görgüsel anlam ya da uygulamadan gene boşturlar. Bir genelleme takımına ortaklaşa bir bağlanma, mantıksal ve matematiksel işlemi temellendirir ve sonucu bağlamaya neden olur. Ama, bireysel ya da kolektif yolla simgelerin deney ve gözlemin sonuçlarıyla nasıl bağlaşık olacakları konusunda uyuşmayı gerekli görmez. Bu ölçüde, ortaklaşa simgesel genellemeler, şimdiye değin, salt matematiksel bir dizge şeklindeki anlatımlar gibi işlev göstermişlerdir.

Bir tarihsel kuram ile salt matematiksel bir dizge arasındaki benzeşim, yirminci yüzyıl bilim felsefesinde geniş çapta işlenmiş ve son derece ilginç kimi sonuçların nedeni olmuştur. Ama, bu, nerden baksanız bir benzeşimdir ve dolayısıyla insanı yanıltabilir. Birçok yönden onun yüzünden kurban gittiğimize inanıyorum ben. Bunlardan bir tanesinin dolayımsız bir ilgisi var benim kanıtlamamla.

$f = ma$ gibi bir anlatım salt matematiksel bir dizgede göründüğü zaman, deyim yerindeyse, ilk ve son kez oradadır. Diyeceğim, eğer o dizge içinde ortaya konmuş olan matematiksel bir problemin çözümüne giriyorsa, $f = ma$ biçimine, ya da özdeşliklerin ikamesi ya da daha başka sentaktik ikame kurallarıyla olana indirgenebilir bir biçime her zaman girer. Bilimlerde simgesel genellemeler olağan bir yolla çok farklı davranış gös-

terebilirler. Genelleme kuralları olarak genellemeler değildirler sadece, ayrıntılı simgesel anlatımı bir uygulamadan ötekine değişen, şematik biçimlerdir de. Serbest düşme sorununda $f = ma$, $mg = md^2s/dt^2$ olur. Basit sarkaçta $mg\sin\theta = -md^2s/dt^2$ olur. Çift armonik osillatörlerde, iki denkleme dönüşür, bunlardan birincisi $m_1d^2s_1/dt^2 + k_1s_1 = k_2(d + s_2 - s_1)$ diye yazılabilir. Sözgelimi bir jiroskop gibi (denge çarkı) devinimi daha ilginç mekanik problemler; $f = ma$ ile mantık ve matematiğin uygulandıkları edimsel simgesel genelleme arasında daha da büyük bir oransızlık sergileyecektir; ama, sanırım bu konu da artık burada yeterince açıklanmış olmalıdır. Yorumlanmayan simgesel anlatımlar, bilimsel bir topluluğun ortaklaşa malı olsa da ve gruba mantığa ve matematiğe bir giriş noktası sağlayan bu gibi anlatımlar olsa da, bu araçlar, paylaşılan genellemeye değil, onun bir ya da öteki özel değişkesine uygulanırlar. Bir anlamda, bu türden her bir sınıf kendi başına bir biçimcilik (formalism) gerektirir.[10]

Buradan ilginç bir sonuç çıkıyor, kuramsal terimlerin statüsüyle ilgisi bulunabilecek bir sonuç. Bilimsel kuramları, yorumlanamayan biçimsel dizgeler gibi sergileyen filozoflar, böylesi kuramlara yapılan görgüsel göndermenin aşağıdan yukarıya, görgüsel açıdan anlamlı temel bir sözlükten kuramsal terimlere giderek girmiş olduğunu belirtirler çoğun. Temel bir sözlük çevresinde toplanan ve çok iyi bilinen güçlüklere karşın, yorumlanmayan bir simgenin özel bir fiziksel kavram için bir göstergeye dönüşümündeki bu yolun öneminden kuşku duyamam doğrusu. Ne var ki, bu da tek yol değildir. Bilimdeki biçimcilikler de,

---

[10] Newton'cu mekaniğin yasalarını, diyeceğim, Lagrange'cı ya da Hamilton'cu biçim içinde dile getirmekle bu güçlükten kaçınılamaz. Tersine, daha sonraki formülasyonlar, yasa(lar) olmaktan çok yasa taslaklarıdırlar, Newton'un mekanik formülasyonunun olmadığı gibi. Hamilton'un ya da Lagrange'ın denklemleriyle yola çıkıldığında özel bir Lagrange'cı ya da Hamilton'cu denklem yazılmalıdır yine de el altındaki özel bir problem için. Ama unutulmamalıdır ki, bu formülasyonların önemli bir üstünlüğü, özel bir probleme uygun gelen özel biçimciliği tanılamayı çok daha kolay kılmalarıdır. Newton'un formülasyonunun karşıtı olarak bunlar normal bilimsel gelişmenin tipik bir doğrultusunu gösterirler böylece.

kuramsal terimleri bir yana bırakan müdahaleci bir çıkarsama olmaksızın, tepedeki doğaya bağlanır. Ölçüm okumalarının öndeyileriyle sonuçlanan mantıksal ve matematiksel işlemlere başlamadan önce, bilim adamı, sözgelişi, titreşmekte olan bir tele uygulanan $f = ma$ özel biçimini, ya da, sözgelişi, manyetik bir alandaki bir Helium atomuna uygulanan Schrödinger denkleminin özel bir biçimini kaydetmek zorundadır. Bu işi yaparken de, hangi yolu tutarsa tutsun, bu saltık bir biçimde sentaktik olamaz. Görgüsel içerik, tepeden olduğu gibi alttan da, formüle edilmiş kuramlara girmek gerekir.

Bu anlatımların, özel fiziksel problemlere uygulanmak üzere, büründükleri birçok özel simgesel biçimlerin bir birleşimi için, bir kısaltma olarak Schrödinger denkleminin ya da $f = ma'$nın yorumlanmasını göstererek, bu sonuçtan kurtulunamayacağını sanıyorum. İlk ağızda, bilim adamları, hangi özel, simgesel değişkenin hangi probleme uygulanabileceğini söyleyecek ölçütleri yine isteyecekler ve bu ölçütler, temel bir sözlükten kuramsal terimlere anlamı aktarmış olduğu söylenen bağlılaşıklık kuralları gibi, görgüsel bir içerik için bir taşıyıcı olacaklardır. Ayrıca, simgesel genellemelerin nasıl uygulanacağı üstüne bilimsel bir topluluk üyelerinin bilgili olduklarının gerçekten söylenmesini, özel simgesel biçimlerin hiçbir birleşmesi tam olarak betimleyemez. Yeni bir problemle karşılaştıklarında, ona en uygun düşecek, özel, simgesel anlatım üzerinde de çoğun anlaşılabilirler, hem de aralarından hiçbiri bu özel anlatımı daha önceden görmemiş bile olsa.

Bilimsel bir topluluğun bilgilenme aygıtının herhangi bir açıklamasından; grup üyelerinin, *doğrudan* ilgili bulunan görgüsel kanıttan önce, özel bir probleme, hele hele yeni bir probleme uygun düşen özel bir biçimciliği nasıl tanıladıkları üstüne bize bir şeyler söylemesi istenebilir haklı olarak. Çünkü bu, açıkça, bilimsel bilginin verdiği işlevlerden biridir. Ama elbet, bu kerte doğrulukla olmaz her zaman; yeni bir problem için önerilmiş olan özel bir biçimcilik üstüne görgüsel yoklamalara yer de, aslında gerek de vardır. Tümdengelimsel aşamalar ve bunların son ürünlerinin deneyle karşılaştırılması, bilimin gereklikleri olarak sürer gider. Ama özel biçimcilikler, ya akla ya-

kın olarak kabul edilirler ya da akla aykırı olarak reddedilirler deneyden önce, çoğu zaman. Bundan başka, topluluğun değerlendirmeleri de doğru olduklarını dikkati çekecek bir sıklıkla ortaya koyarlar. Dolayısıyla, özel bir biçimciliği, diyeceğim, yeni bir formülasyon değişkesini gösterme, tıpkı yeni bir kuram bulma gibi olamaz. Daha başka şeyler arasında, bunlardan birincisi öğretilebilir, ama kuram bulma öğretilemez. Ders kitaplarının bölümleri sonlarındaki problemler de her şeyden önce işte bunun içindir. Bunları çözerken öğrencilerin öğrendiği ne olabilir?

Bu bildirinin geri kalan kısmının büyük bir bölümü, bu soruya ayrılmıştır; ama, ben ona dolaylı bir yolla yaklaşacağım, ve ilkin daha çok rastlanılan bir başka soruyu ortaya koyacağım: Bilim adamları, simgesel anlatımları doğaya nasıl bağlamaktadırlar? Diyeceğim, gerçekte, bir soruda iki soru vardır; çünkü, ya özel bir deneysel durum için gösterilmiş olan özel bir simgesel genelleme konusunda, ya da deneyle karşılaştırmak üzere çıkarsanmış bir genellemenin tekil, simgesel bir sonucu üstüne soru açılabilir. Ama, şimdiki amaçlarımıza göre, bu iki soruyu biz bir soru imiş gibi inceleyebiliriz. Bilimsel uygulamada da olağan bir yolla, onlara birlikte yanıt verilebilir.

Bir duyu-verisi dil umudunun bir yana bırakılmasından bu yana, bu soruna verilen yanıt genellikle karşılıklılık kuralları çerçevesindedir. Bunlar, olağan bir yolla, ya bilimsel terimlerin işlemsel tanımları ya da ayrıca terimlerin uygulanabilirliği için zorunlu ve yeterli koşulların oluşturduğu bir takım gibi karşılanmıştır.[11] Belli bir bilimsel topluluğun incelenmesinin, üyele-

---

[11] Bu bildiri okunduktan bu yana, geçen paragrafta değinilmiş olan iki soruyu anlayıp geçmenin bu aşamada ve aşağıda olası bir karışıklık kaynağına yol açabileceğini anladım. Normal felsefi kullanımda karşılıklılık kuralları, sadece kimi sözcükleri öbür sözcüklere bağlarlar doğaya değil. Böylece, kuramsal terimler, kendilerini daha önceki anlamlı temel bir sözlüğe bağlayan karşılıklılık kurallarından geçerek anlam kazanırlar. Yalnız sonuncusu doğaya doğrudan bağlanır. Kanıtımın bir kısmı bu standart görüşe dönüktür ve, dolayısıyla bir sorun yaratmayacaktır. Bir kuramsal ve bir temel sözlük arasındaki ayrılık şimdiki formu içinde olmayacaktır; çünkü, kuramsal birçok terimin, temel terimler olarak neyle olursa olsun aynı yolla doğaya bağlanabileceği

rince paylaşılan bu gibi birçok kuralı ortaya çıkaracağını kuşkuyla karşılıyorum ben. Davranışlarının yakın gözlemlenmesinden daha başkaları da haklı ve yerinde olarak oluşturulabilecektir herhalde. Ama, başka bir yerde gösterdiğim ve aşağıda da kısaca bildireceğim nedenlerden ötürü, bu yolla bulunan karşılıklılık kurallarının grup üyelerince düzenli ve sorunsuz bir biçimde yapılmış olan deney ile biçimcilik arasındaki fiili bağlılaşıklıkları açıklayabilmek için, sayı ve güç bakımından bir hayli yeterli olabileceğini kuşkuyla karşılıyorum.[12] Eğer filozof upuygun bir karşılıklılık kuralları derlemesi (bütünlüğü) isterse, bunların çoğunu kendi başına sağlamak zorunda kalacaktır.[13]

---

gösterilebilir. Buna ek olarak ben, ister kuramsal olsun ister temel sözlükten olsun, "doğrudan bağlanma"nın nasıl çalıştığını araştırmaya ilgi duyuyorum. Süreç içinde, temel bir terimi kullanmayı bilen herhangi bir kişi, bu terimi belirleyen ya da onun uygulanmasını yöneten zorunlu ve yeterli koşulları sağlayan bir ölçüt(ler) takımına, bilinçli ya da bilinçsiz olarak, doğru bir biçimde yaklaşabilir. Ölçüt(ler) aracılığıyla yapılan bu bağlanma biçimi için de burada ben "karşılıklılık kuramı" terimini kullanıyorum ve bu da normal kullanımı bozmuyor. Bu yaygınlaştırma için benim özürüm şu inancımdır: Karşılıklılık kurallarına belirtik güvenme ile ölçütlere örtük güvenme, aynı çalışma yolunu işe karıştırırlar ve dikkati yanlış olarak aynı yollara doğrulturlar. Bunların her ikisi de dilin açılıp yayılmasını, olduğundan daha çok bir sözleşme konusu haline getirir. Bunun sonucu olarak, hem günlük ve hem bilimsel bir dili eşzamanlı olarak kazanan bir kişinin, sözsel genellemelerde cisimlenmemiş olan doğayla ilgili şeyler konusunda ne ölçüde bilgilendiğini gizlerler.

[12] Bak. *Structure of Scientific Revolutions*, ss. 43-51.

[13] Bilim felsefecilerinin dil-doğa bağına ne denli az dikkat etmiş oldukları dikkate değer olmalıdır. Biçimcilerin girişimlerinin bilgibilimsel kuvvetinin onu sorunsallık-dışı kılma olanağına bağlılığı kuşkusuz. Bu savsaklamanın bir nedeni, bir duyu-verileri dilinden bir temel sözlüğe geçişte, bilgibilimsel bakış açısından, ne kadar çok şeyin yittiğini farketmekteki başarısızlıktır korkarım. Birincisi ömürlü görünmekle birlikte, buna karşılık tanımlar ve karşılıklılık kuralları hiçbir özel dikkat istemiyorlar. "Karşıdaki yeşil tarh", daha ileri işlemsel bir açıklamaya hiç gerek duymuyor; ama, "benzin 80 derecede kaynar", çok farklı türden bir önerme. Buna ek olarak, aşağıda da söyleyeceğim gibi, biçimciler, bilimsel bir kuramın biçimsel öğelerinin açıklığını ve yapısını *iyileştirme* görevini; bilimsel bilgiyi *çözümleme* gibi çok farklı bir işle sık sık karıştırmışlardır; oysa, şimdiki çalışmanın problemlerini yalnız ikincisi ortaya çıkarmaktadır. Hamilton, Newton'un yaptığından daha iyi bir Newton'cu mekanik formülasyonu ortaya koymuştur; bunun gibi, filozoflar da, daha ileri biçimlendirme yoluyla,

Onun yapabileceği iş de hemen hemen kesin olarak budur. Geçmişteki topluluk uygulamasının derlenmiş olan örneklerini incelemek yoluyla, filozof, bunların tümünü de açıklayabilmek için, bilinen simgesel genellemelerle birlikte, upuygun karşılıklılık kural(ları) takımı oluşturmayı pekâlâ umabilecektir; seçenekli birçok takım oluşturabileceği de olasıdır elbet. Yalnız, bunlardan herhangi birini, topluluğun incelemekte olduğu kuralların bir yeniden-kurulması diye betimlerken, olağanüstü dikkatli olması gerekir. Kural takımlarından her biri, topluluğun geçmişteki uygulaması bakımından eşdeğerli olsa da, disiplinin karşılaşmış olduğu her yeni probleme uygulandıklarında, yine eşdeğer olmalarına gerek yoktur. Bu anlamda, birbirinden çok az farkeden kuramların yeniden-kuruluşları olabilirler, ama hiçbirinin de grupça tutulan kuram olmasına gerek yoktur. Bir bilim adamı olarak davranmak yoluyla, filozof, grubun kuramını da iyileştirebilir, ama, bir filozof olarak onu çözümleyemez.

Diyelim ki filozof, örneğin Ohm yasasıyla, diyeceğim $I = V/R$ ile ilgilenmektedir ve çalıştığı grubun üyelerinin voltajı elektrometre ile ve akımı da bir galvonometre ile ölçtüğünü bilmektedir. Direnç için bir karşılıklılık kuralı ararken, voltajın akıma bölümünün sonucunu seçebilir ve bu durumda Ohm yasası bir totolojiye döner. Ya da tersine, direncin değerini, bir Wheatstone Bridge ile yapılan ölçümlerin sonuçlarıyla bağlılaştırmayı seçebilir; bu durumda, Ohm yasası doğa üstüne bilgi sağlar. Geçmişteki uygulama için bu iki yeniden-kurgu eşdeğerli olabilir; ama gelecekte aynı davranışı dikte etmez. Şimdi de özellikle topluluk içinde becerikli bir deneycinin her şeyin başında daha önce gerçekleştirenlerden, daha yüksek voltajları uyguladığını ve voltajın akıma oranının yüksek voltajda yavaş yavaş değiştiğini bulgulamış olduğunu düşünelim. İkincisine,

---

daha ileri iyileştirmeleri gerçekleştirmeyi umabilirler. Yalnız, başlamış oldukları aynı kuramla günyüzüne çıkacaklarına ve ayrıca kuramın her iki değişkesinin biçimsel öğelerinin kuramın kendisiyle ortam-uzamlı olduklarına kesin gözüyle bakamazlar. Geliştirilmiş bir biçimciliğin, geliştirilecek biçimciliği kullanan toplulukça sergilenen bilginin *ipso facto* bir açıklaması olduğu iddiası gibi tipik bir örnek için, bak. Patrick Suppes, "The Desirability of Formalization in Science", *Journal of Philosophy* 65 (1968): 651-64.

Wheatstone Bridge'e, yeniden-kurguya göre o, yüksek voltajlı Ohm yasasından sapmalar olduğunu anlamıştır. Ama buna karşılık, birinci yeniden-kurguda Ohm yasası bir totolojidir ve dolayısıyla ondan sapmalar düşünülemez. Deneyci, yasadan bir sapmayı değil, daha çok direncin voltajla değiştiğini anlamıştır. Her iki yeniden-kurgu, güçlüğün farklı yerlerde görülmesine ve daha sonraki araştırmanın farklı örüntülerine yol açar.[14]

Buraya kadarki tartışmada hiçbir şey, incelemeye alınmış topluluğun davranışını açıklayabilmek için, tam uygun bir karşılıklılık kuralları takımının bulunmadığını ortaya koymaz. Bu tür bir olumsuzluk pek az gösterilebilir. Ama bu tartışma, filozofların çoğunlukla doğru olarak incelemeyi becerebildikleri bilimsel öğretim ve davranışın kimi yanlarını, biraz daha ciddiyetle ele almaya iter bizi. Karşılıklılık kuralı, bilim metinlerinde ya da bilimin öğretiminde çok az bulunacaktır. Öyleyse, bilimsel bir topluluğun üyeleri, yeterli bir takımı nasıl edinebilecektir? Şurası da kayda değer ki, bu tür kuralların bir filozofça sağlanması istendiğinde, bilim adamları onlarla olan ilgilerini her zaman yadsırlar ve, bundan böyle, kimi zaman da alışılmadık

---

[14] Daha az yapay bir örnek birçok simgesel genellemenin eşzamanlı bir ayarlanmasını gerektirecektir ve böylece şimdilik verilebilenden daha çok yer isteyecektir. Ama yasalar ve tanımlar sayılan genellemelerin ayrımlı etkilerini gösteren tarihsel örnekler de kolayca bulunabilir (*Structure of Scientific Revolutions,* ss. 129-34'de Dalton ile Proust-Berthollet kanıtlamasının tartışmasına bak.), ve ayrıca şimdiki örnek tarihsel temelden de yoksun değildir. Ohm direnci, akımı volta bölmekle ölçmüştü. Bu yasanın kabul edilmesinin çok güç olduğunu tanıtlayan nedenlerden biri (Ohm'un ihmal edilmesi, bilim tarihinin sunduğu yeniliğe karşı gösterilen en ünlü direnme örneklerinin birisidir) şudur: Ohm'un yapıtından önce gelen kabul edilmiş direnç kavramıyla bu yasa bağdaşmaz nitelikteydi. Elektrik kavramlarının yeniden tanımlanmasını istediği için sırf, Ohm yasasının özümsenmesi, elektrik kuramında bir devrim yarattı. (Bu öykünün bölümleri için bak. T. M. Brown, "The Electric Current in Early Nineteenth-Century Electricity", *Historical Studies in the Physical Sciences* 1 (1969): 61-103 ve M. L. Schagrin, "Resistance to Ohm's Law", *American Journal of Physics* 31 (1963): 536-47. Bana kalırsa, çok genel olarak, bilimsel devrimler normal bilimsel gelişmelerden şu noktada ayırt edilmektedir: İkincileri istemedikleri halde, birinciler, daha önceden nerdeyse-çözümlemeli gözüyle görülen genellemelerin değişimini gerektirirler. Einstein eşzamanlılık göreliliğini bulguladı mı, yoksa bu terimin daha önceki totolojik içermesini yıkıp yok mu etti?

bir biçimde, anlaşılmaz olurlar. Her nasılsa işbirliği yaptıklarında da, ürettikleri kurallar, topluluğun bir üyesinden ötekine değişebilir ve hepsi kusurlu olabilir. Topluluk uygulamasında bu tür birkaç kuraldan daha fazlasının sergilenip sergilenmediği; bilim adamlarının simgesel anlatımlarını doğayla bağlılaşık kılarken almaşık bir yolun bulunup bulunmadığı konusunda insan düşünmeye başlar.

Hem bilim alanında çalışanların ve hem de bilim tarihçilerinin yabancısı olmadığı bir olay bize bir ipucu vermektedir. Ben her iki yoldan da geçtiğim için, deneyime dayanarak konuşabilirim. Fizik öğrencileri kitaplarının bir bölümünü dikkatle okuduklarını, onu çok iyi anladıklarını; ama, bölüm sonunda bulunan problemlerin çözümünde yine de güçlük çektiklerini hep söylerler. Hani nerdeyse şaşmaz bir biçimde karşı karşıya geldikleri güçlük de, uygun denklemlerin kurulmasında, metinde verilmiş olan örnekleri ve sözcükleri, çözmek istedikleri özel problemlere bağlamakta kendini gösterir. Yine olağan bir biçimde, bu güçlükler de aynı yolla çözülürler. Öğrenci, problemini, daha önce karşılaşmış olduğu bir problem gibi görmenin bir yolunu bulur. Bu benzerlik ya da benzeşim bir kez görüldükten sonra, geriye sadece kullanım güçlükleri kalır.

Aynı örüntü, bilim tarihinde de açık seçik olarak görülür. Bilim adamları, bir problem çözümünü bir başkasına göre biçimlendirir, çoğu sadece simgesel genellemelere başvurarak. Galileo eğik bir düzlem üzerinde aşağıya doğru yuvarlanan bir topun; herhangi bir eğimi olan ikinci bir eğik düzlem üzerinde aynı düşey yüksekliğe çıkarabilecek tam yeterli bir hız kazanmış olduğunu anlamış ve, bu deneysel durumu, sallanabilmesi için ucunda bir ağırlığın asılı bulunduğu bir sarkaç gibi görmeyi öğrenmişti. Daha sonra Huyghens, bir fizik sarkacının salınım merkezi problemini, sarkacın yayılan bütünlüğünün Galileo'nun nokta-sarkaçlarından oluştuğunu ve bunlar arasındaki bağların salınımın herhangi bir noktasında anlık olarak gevşeyebileceğini düşünerek çözmüştü. Bu bağlar gevşedikten sonra, nokta-sarkaçlar tek tek serbestçe salınacaktı, ama ortaklaşa ağırlık merkezleri, Galileo sarkacınınki gibi, yayılıp saçılmış sarkacın ağırlık merkezinin düşmeye başlamış olduğu yüksekliğe değin çıkabile-

cekti sadece. Son olarak Daniel Bernoulli, yine Newton yasalarının herhangi bir yardımı olmaksızın, Huyghens'in sarkacına benzeyen bir su deposuna, bir delikten nasıl su akıtılacağını bulgulamıştı. Sonsuz küçük bir zaman aralığında, tanktaki ve fıskiyedeki suyun ağırlık merkezinin düşmesini belirlemişti. Arkasından, her su parçacığının ayrı ayrı iniş aralığı sonunda sahip olduğu hızla erişilebilen maksimum yüksekliğe daha sonra yukarıya doğru devindiğini düşünmüştü. Ayrı ayrı bulunan parçacıkların ağırlık merkezinin yükselmesi o zaman tank ile fıskiye içindeki suyun ağırlık merkezinin inişine eşit olmalıydı. Probleme bu açıdan bakıldığında, dışarıya akışın uzun uzadıya aranan hızı, hemen ortaya çıkıvermişti.[15]

Örnekleri çoğaltmak için zamanımız olmadığından hemen belirteyim ki, birbirinden açıkça farklı problemler arasındaki benzerlikleri görebilmek için edinilmiş bir yetenek bilimlerde genellikle karşılıklılık kurallarına yüklenen rolün önemli bir bölümünü oynar. Yeni bir problemin, daha önce çözülmüş bir problemin benzeşi olduğu bir kez kabul edildikte, hem uygun bir biçimcilik ve hem de onun simgesel sonuçlarını doğaya bağlamada yeni bir yol doğar buradan. Benzerlik bir kez görüldüğüne göre, daha önce etkililiğini gösteren bağlar kullanılır sadece. Grubun izin verdiği bu benzerlikleri tanıyabilme yeteneği, gerek kâğıt kalemle ve gerekse iyi düzenli bir laboratuvarda, problem yapmakla öğrencilerin kazandığı şeydir asıl, sanırım. Öğrenimleri boyunca onların karşısına bu türden birçok uygulama çıkarılır ve, aynı uzmanlığa giren öğrenciler, sözgelişi eğik düzlem, konik sarkaç, Kepler'in elipsleri gibi, birbirine çok yakın aynı şeyleri yaparlar her zaman. Bu somut problemler, çözümleriyle birlikte, benim daha önce nümuneler, di-

---

[15] Örnek için René Dugas'ya bak, *A History of Mechanics*, çev. J. R. Maddox (Neuchâtel: Editiones du Griffon and New York: Central Book Co., 1955), ss. 135-36, 186-93 ve Daniel Bernoulli, *Hydrodynamica, sive de viribus et motibus fluidorum, commentarii opus academicum* (Strasbourg: J. R. Dulseckeri, 1738) Böl. 3. Onsekizinci yüzyılın ilk yarısında bir problemin çözümünü bir başkasına göre modelleyerek geliştirilmiş olan mekanik için bak. Clifford Truesdell, "Reactions of Late Baroque Mechanics to Success, Conjecture, Error and Failure in Newton's *Principia*", *Texas Quarterly* 10 (1967): 238-58.

yeceğim bir topluluğun standart örnekleri diye gönderme yapmış olduğum şeylerdir. Bunlar, disiplin matrisinin üçüncü ana bilgisel bileşen türünü oluştururlar ve benim *The Structure of Scientific Revolutions*[16] adlı kitabımdaki "paradigma" terimiyle ilgili, ikinci ana işlevi gösterirler. Bir nümuneler yedeği kazanma, tıpkı simgesel genellemeler öğrenme gibi, bir öğrencinin disiplin grubunun bilgisel başarılarına yaklaşım olanağı kazandığı süreç için zorunludur.[17] Bu nümuneler olmadığında, o, kuvvet ve alan, öğe ve bileşen, çekirdek ve hücre gibi temel kavramlar üstüne grubun bildiklerinden pek bir şey öğrenemez hiçbir zaman.

Basit bir örnek yardımıyla, bilgince bir benzerlik fikrimi, diyeceğim, kazanılmış bir benzeşme algısını açıklamaya çalışacağım kısaca. Ama ilkin bu açıklamanın amaçlayacağı problemi açıklığa kavuşturmama izin verin lütfen. Herhangi bir şey başka bir şeye benzer olur ya da başka bir şeyden farklı olur demek, herkesin söyleyebileceği bir sözdür. Her vakit söylendiği gibi, ölçütlere bağlı bir şeydir bu. Benzerlikten ya da benzeşimden söz eden kişiye, şu soruyu sorarız hemen: Ne bakımdan benzerdir? Ama bu durumda yine de sorulmaması gereken sorudur bu, çünkü, bir yanıt, aynı zamanda bize karşılıklılık kurallarını da verecektir. Nümuneler edinmek, benzerlik ölçütleri biçimindeki, bu gibi kuralların eşit derecede iyi sağlayamadığı bir şey öğretmeyecektir öğrenciye. O zaman problem yapma, kuralların uygu-

---

[16] Bir standart örnek olarak "paradigma"nın anlamı, beni bu terimi seçmeye sürüklemiştir elbette. Ne yazık ki, *The Structure of Scientific Revolutions*'un okurlarının çoğu, bana göre onun ana işlevi olan şeyi gözden kaçırmıştır ve "paradigma"yı benim şimdi "disiplin matrisi" dediğim şeye yakın bir anlamda kullanmıştır. "Paradigma"yı özgün kullanımında, diyeceğim, filolojik bakımdan asla yerinde olmayan bir kullanımıyla anımsamakta çok az şans görüyorum.

[17] Unutmayınız ki nümuneler (ve de modeller), topluluk yapısını simgesel genellemelerin olduğundan daha etkili belirleyicileridir. Bilimsel birçok topluluk, sözgelişi, Schrödinger'in denklemini paylaşmaktadır ve üyeleri bu formülle aynı şekilde bilimsel eğitimlerinde ilk zamanlarda karşılaşırlar. Ama, bu eğitim sürüp gittiği için, sözgelişi bir yanda sağlam durum fiziği ve öte yanda alan kuramına doğru sürüp gittiği için, onların karşılaştıkları nümuneler ayrılabilir. Bundan böyle yorumlanmış olan değil, yorumlanmamış olan Schrödinger denklemini sadece onların ikirciksiz bir yolla paylaşacakları söylenebilir.

lanmasında salt bir pratik olacak ve benzerlikten dem vurmaya gerek kalmayacaktır.

Ama, daha önce de belirtmiş olduğum gibi, problem yapma böyle değildir. Çalılıklar ya da bulutlarla ilgili bir resim içinde gizlenmiş olan hayvan şekillerinin ya da yüzlerinin bulunması istenilen o çocuk bulmacasına çok daha benzer o. Çocuk, hayvanların biçimine ya da tanıdığı yüzlere benzer olan biçimler arar. Bunlar bir kez bulununca, arka plana bir daha çekilmezler, çünkü çocuğun resme bakış tarzı artık değişmiştir. Bilim öğrencisi de aynı yolu izleyerek, daha önce karşılaşmış olduğu nümunelik problemlerin biri ya da daha çoğu gibi, onu görmeye çalışır. Kendisine yol gösterecek kuralların bulunduğu her yerde, o da bunları ortaya koyacaktır elbette. Ama, onun asıl ölçütü, aynı benzerlik tanılamasının yapılmış olduğu birçok ölçütlerden herhangi birisinden hem mantık ve hem de ruhbilimsel olarak önce gelen, bir benzerlik algısıdır. Benzerlik görüldükten sonra, ölçütler istenebilir ve çoğun da bu anda istenmelidir, ama gerek duyulmaz. İki problemi benzer olarak görmeyi öğrenirken edinilen anlıksal ya da görsel takım doğrudan doğruya uygulanabilir. Şimdi ileri sürmek istiyorum ki, uygun koşullar altında, Ne bakımdan benzer? sorusuna önceden verilen yanıta bağlı olmayan benzerlik takımlarına, verileri katmanın bir yolu vardır.

Kanıtlamam, "veriler – data" terimiyle ilgili, kısa bir konudışı konuşmayla başlıyor. Dilbilimsel açıdan, bu "verilmiş – given"den türemiştir. Felsefi açıdan, bilgi-bilim tarihinde kökü derinlere inen sebeplerden ötürü, duyularımızla sağlanmış olan minimal kalıcı öğeleri ortaya çıkarır. Biz artık duyu-verili bir dil umudunu taşımasak da, "burası yeşil", "burası üçgen" ya da "orası aşağısı sıcak" gibi sözcük kümeleri, deneyimle edinilmiş paradigmalarımızı bir veri için bildirmeyi sürdürür. Onlar birçok bakımdan bu rolü oynayabilirler. Bunlardan daha minik deneyim öğelerine bir yaklaşımda bulunamayız. Gerek bir nesneyi tanılamak, bir yasayı bulup ortaya çıkarmak, gerekse bir kuram yaratmak için bilinçli olarak verileri işlediğimiz her zaman, bu türden duyumları ya da bunların bileşimlerini ele alırız. Bununla birlikte, başka bir bakış açısından, duyumlar ile onların

öğeleri verilmiş değildir. Deneysel olmaktan çok kuramsal yönden bakıldıkta, bu başlık daha çok uyaranlara aittir. Onlara yalnız dolaylı bir yolla yaklaşabilsek de, diyeceğim, bilimsel kuram aracılığıyla; organizmalar olarak bizi etkileyen, duyumlar değil, uyaranlardır. Bir uyaranı almamız ile bizim verimiz olan duyusal bir yanıt arasında, geniş çapta sinirsel bir işleme vardır.

Eğer Descartes uyaranlar ile duyumlar arasına bire-bir bir karşılıklılık koymakta haklı olmuş olsaydı, bunların hiçbiri söylemeye değer olmazdı. Ama biliyoruz ki, bu türden bir şey yoktur. Verilmiş bir rengin algılanması, farklı bir yolla birleştirilmiş sonsuz sayıda dalga uzunluklarıyla çağrıştırılabilir. Bunun tersine, verilmiş olan bir uyaran da, değişik duyumlar uyandırabilir; sözgelimi, bir kap içinde bir ördek resmi ya da başka bir kap içinde bir tavşan resmi gibi. Bu gibi yanıtlar hep doğuştan da değildir. Öğrenimden önce ayırt edilemeyen renkleri ya da örüntüleri ayırt etmek, öğrenilebilir. Uyaranlardan veriler üretmek, bir ölçüde yine bilinmese de öğrenilmiş bir çalışma yoludur. Öğrenme sürecinden sonra aynı uyaran değişik bir veri çağrıştırır. Buna dayanarak şu sonuca varıyorum, veriler bizim bireysel deneyimimizin minik öğeleri olmakla birlikte; görece türdeş, eğitimsel, bilimsel ve dilsel bir toplumun üyeliği çerçevesinde yalnızca, belli bir uyarana verilen yanıtları paylaşmış olmayı gereksinirler.[18]

Şimdi de bilimsel örneklere değil, asıl kanıtlamama dönelim. Bu örnekler son derece karmaşıktır kaçınılmaz bir biçimde. Bunun yerine ben sizden hayvanat bahçesinde babasıyla birlikte dolaşan bir çocuğu gözönüne getirmenizi isteyeceğim. Çocuk, kuşlan tanımayı ve göğsü kızıl renkli ardıç kuşunu öbürlerinden ayırt etmeyi öğrenmiştir. İşte bu öğleden sonra da kuğuları, kazları ve ördekleri ayırt etmeyi öğrenecektir ilk kez olarak.

---

[18] *The Structure of Scientific Revolutions* özellikle böl. 10'da sık sık yinelediğim bir şey vardır: Farklı bilimsel toplulukların üyeleri, farklı dünyalarda yaşarlar ve bilimsel devrimler de içinde bir bilim adamının çalıştığı dünyayı değiştirir. Şimdi de şunu söylemek isterim: Farklı toplulukların üyeleri aynı uyaranların sağladığı farklı verilerle ortaya çıkarılırlar. Ama unutmayalım ki, bu değişme "farklı bir dünya" gibi ibareleri yersiz kılmaz. İster günlük olsun ister bilimsel, verili dünya bir uyaranlar dünyası değildir.

Bu koşullar altında, bir çocuğa bir şey öğreten herkes bilir ki, birincil öğretim aracı, gösterme yoludur. "Bütün kuğular beyazdır" gibi sözcük kümeleri bir rol oynayabilir, ama bunlara gerek yoktur. Ben şimdilik onlar üzerinde durmadan geçeceğim, çünkü benim hedefim değişik bir öğrenme kipini, en katışıksız biçimiyle ortaya çıkarmak. Johnny'nin eğitimi de işte bu yüzden şöyle gelişecektir: Babası bir kuşu işaret edecek, "Bak, Johnny, işte bir kuğu" diyecek. Kısa bir süre sonra Johnny'nin kendisi bir kuşu gösterecek ve "Baba, işte bak başka bir kuğu" diyecektir. Ne ki, o, henüz nelerin kuğu olduğunu öğrenmemiştir; dolayısıyla sözleri düzeltilmelidir: "Hayır, Johnny, o bir kazdır" diye. Johnny'nin daha sonraki bir kuğu tanılaması doğrudur ama, daha sonra tanıladığı "kaz", gerçekte, bir ördektir ve dolayısıyla yeniden doğrultulacaktır. Ama, böylesi birkaç karşılaşmadan sonra, her birinin uygun bir doğrulanması ya da pekiştirilmesi yapıldıktan sonra, bu su kuşlarını Johnny'nin tanılama yeteneği, babasınınki kadar büyük olur. Öğrenim çabucak tamamlanmıştır.

Şimdi Johnny'de neler olup bittiğini soruyorum ve aşağıdaki yanıtın akla yakınlığını öne sürüyorum. O gün öğleden sonra çocuğun görsel uyaranları işlediği sinirsel düzeneğin bir bölümü yeniden programlanmıştır ve, ilk zamanlar hepsinin "kuşu" çağrıştırdığı uyaranlardan edindiği veriler değişmiştir. Hayvanat bahçesinde gezmeye başladığında, sinirsel program, tek tek kuğular arasında olduğu gibi kuğularla kazlar arasındaki ayrımları da daha belirginleştirmiştir. Gezisinin sonuna doğru, kuğuların boyunlarının uzunluğu ve eğriliği gibi özellikler daha da belirginleşmiştir, ama buna karşılık daha başkaları yokolmuşlar, öyle ki, kuğunun özellikleri birbirine uyuşmuşlar ve daha önce olduklarından ayrılarak, kaz ve ördek verilerinden ayrımlaşmışlardır. Daha önceleri benzer (ve ayrıca farklı) gibi görünen kuşların hepsi, şimdi, algısal alanda ayrı ayrı, (kesikli) kümelerde toplanmışlardır.

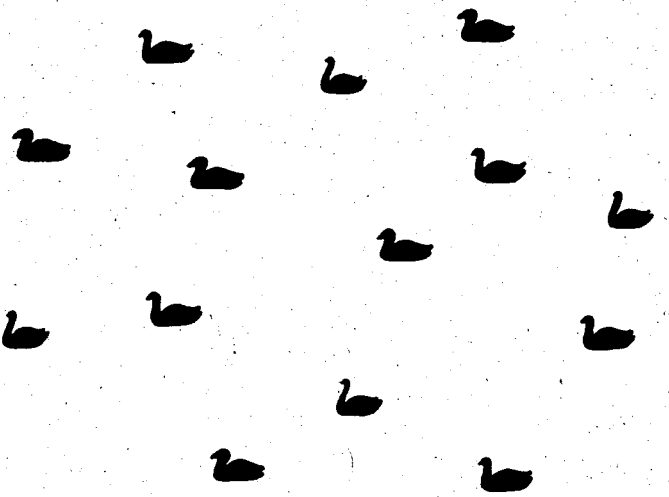
Bu türden bir süreç, bilgisayar örnek alınarak kolayca biçimlendirilebilir; ben böyle bir deneyin ilk evrelerinde bulunmaktayım. Sıralı n rakamın bir dizisi biçimindeki bir uyaran bir makinaya yüklenir. Orada, n rakamlarının her birine önceden se-

çilmiş bir dönüşüm uygulamakla bir veriye dönüşür o, çünkü dizideki her konuma, değişik bir dönüşüm uygulanır. Böylece elde edilen her veri, n sayılı bir dizi olur, bu da benim n-boyutsal nitelikli alan adını vereceğim bir konumdur. Bu alan içinde iki veri arasındaki uzaklık, Oklides'ci ya da uygun bir Oklides'çi-olmayan ölçü dizgesiyle ölçüldüğünde, bunların benzerliklerini gösterir. Hangi uyaranların benzer ya da yakın verilere dönüştüğü, dönüşüm işlevlerinin seçimine bağlıdır elbette. Farklı işlev takımları, algısal alanda farklı veri kümeleri, farklı benzerlik ve ayrım örüntüleri oluşturur. Ama, dönüşüm işlevlerinin insan yapısı olmasına gerek yoktur. Eğer makinaya kümeler halinde toplanabilecek uyaranların farklı kümelere yerleştirilmesi gerektiği bildirilirse, o da kendi başına uygun bir dönüşüm takımı gösterebilir. Unutmayınız ki koşulların hepsi asaldır. Bütün uyaranlar, veri kümeleri oluşturmak üzere dönüşmeyebilirler. Dönüşebildiklerinde de, tıpkı çocukta olduğu gibi, makinaya da başlangıçta hangilerinin birlikte bulundukları ve hangilerinin ayrı ayrı oldukları söylenmelidir. Johnny kuğuların, kazların ve ördeklerin varolduğunu kendi başına keşfetmemiştir. Bunlar ona öğretilmişlerdir daha çok.

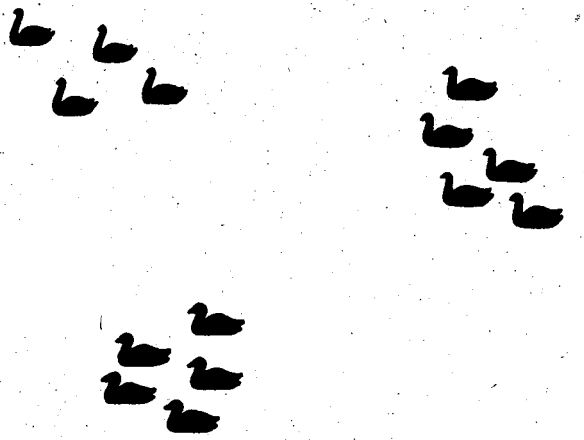
Johnny'nin algısal alanını iki-boyutlu bir diyagramda gösterirsek şimdi, karşılaşmış olduğu süreç daha çok 1. şekilden 2.sine geçiş gibi görünecektir.[19] Birincisinde ördekler, kazlar ve kuğular birbirine karışıktır. İkincisinde ise, aralarında oldukça büyük uzaklıklar bulunan, ayrı ayrı takımlar halinde kümelenmişlerdir.[20] Aslında Johnny'nin babası, ona ördeklerin, kazların ve kuğuların ayrı ayrı doğal familyaların üyeleri olduklarını söylemiş olduğundan, gelecekteki tüm kazların, ördeklerin ve kuğuların doğal bir yolla bu familyalara ya da bu familyaların yanına dü-

[19] Resimler için Sarah Kuhn'un kalemine ve sabrına gönül borcumu bildirmek isterim.

[20] Aşağıda açıkça görülecektir ki, bu uyaranları işleme yöntemi hakkında özel olan her şey, aralarında boş alanlarla kümeler içinde verileri gruplama olanağına bağlıdır. Boş alanlar bulunmadığında tüm olanaklı verilerin dünyasını göstermek için çizildiği için, tanımlara ve kurallara bağlı olan işleme stratejisine bir seçenek yoktur.



Şekil 1



Şekil 2

şeceğini ve bunlar arasında yarı yol bölgesine düşen hiçbir veri ile karşılaşmayacağını ummakta haklıdır elbet. Avustralya'ya bir gezi sırasında belki bu beklenti çıkmayabilir. Ama, bu özel kavramsal-ayırdına-varmanın yararlılığını ve yaşayabilirliğini deneyiminden anlamış olan ve bunları yapma yeteneğini bir kuşaktan öbürüne aktarmış olan topluluğun bir üyesi kaldığı sürece, ona çok yardımcı olacaktır.

Gelecekteki toplumunun şimdiye kadar bildiklerini tanımak üzere programlanmış olduğu için, Johnny önemli bilgiler kazanmıştır. Kazların, ördeklerin ve kuğuların ayrı ayrı doğal familyalar oluşturduklarını ve doğanın hiçbir zaman kuğu-kazlar ya da kaz-ördekler üretmediğini öğrenmiştir. Çünkü kimi nitelik kümelenmeleri birlikte gitmektedir; kimileri de hiç biraraya gelmemektedir. Kümelerindeki nitelikler saldırganlık içeriyorlarsa, parkta geçirdiği öğleden sonranın da her günkü zoolojik işlevler kadar davranışsal işlevleri olacaktır. Kuğulardan ve ördeklerden farklı olarak kazlar, yılan gibi ıslık çalarlar ve ısırırlar. Johnny'nin öğrendikleri bu yüzden öğrenilmeye değerdir. Ama "kaz", "ördek" ve "kuğu" terimlerinin ne demeye geldiğini bilir mi? Herhangi bir yararlı anlamda, evet; çünkü, bu etiketleri hiç duraksamadan ve çaba göstermeden, uygulamalarından davranış sonuçları çıkararak, gerek doğrudan ve gerekse dolaylı genel önermelere uygulanabilirler. Öte yandan, o bunların hepsini, kuğuları, kazları ya da ördekleri tanılama yolunda bir ölçüt kazanmaksızın ya da en azından kazanmak gereğini duymaksızın öğrenmiştir. Size bir kuğu gösterip, yakınlarda bir su olması gerektiğini söyleyebilir, ama bir kuğunun ne olduğunu yine söyleyemez.

Kısacası Johnny tanımlar ya da karşılıklılık kuralları gibi bir şeyler olmaksızın, doğaya simgesel etiketler yapıştırmasını öğrenmiştir. Bunların yokluğunda o ustaca ama yine de ilkel olan bir benzerlik ve ayrım algılaması kullanır. Algılamayı öğrendiği sırada, doğayla ilgili bir şeyler de öğrenmiştir. Bundan böyle, bu bilgi genellemelerde ya da kurallarda değil, benzerlik ilişkisinin kendisinde yerini bulur. Ancak Johnny'nin uyguladığı tekniğin, bilginin kazanılıp biriktirilmesinde tek yol olduğunu asla varsaymadığımı da belirtmek isterim. Ayrıca, sözsel **genelleme-**

lere çok az başvuruyla kazanılmış ve biriktirilmiş çok insani bir bilgi olduğunu da sanmıyorum. Ama, az önce özetlenmiş olan gibi, bilgisel bir sürecin bütünselliğini tanımayı istiyorum. Simgesel genelleme ve modelleme gibi, daha bildik süreçlerle birlikte, onun, bilimsel bilginin tam uygun yeniden-kurulması yolunda esas olduğunu sanıyorum.

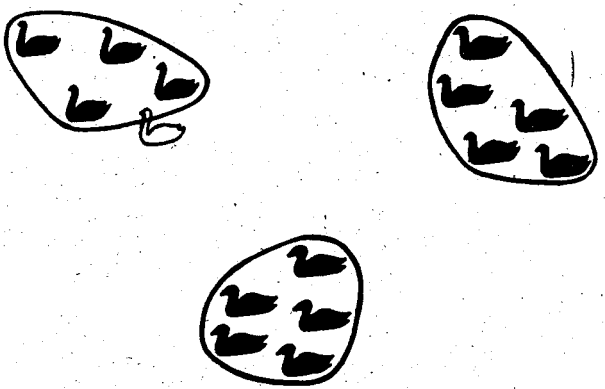
Babasıyla parkta gezerken Johnny'nin karşılaştığı kuğu, kaz ve ördeklerin, benim nümune adını verdiğim şey olduğunu söylememe gerek var mı artık? Kendilerine yapıştırılmış olan etiketle Johnny'nin karşısına çıktıklarında, onun gelecekteki toplumunun üyelerinin daha önceden çözmüş oldukları bir problemin çözümleri idiler. Bunların özümsenmesi, Johnny'yi bu toplumun bir parçası yapan sosyalleştirme sürecinin bir parçasıdır. Johnny, elbette ne bilim adamıdır, ne de henüz öğrenmiş olduğu bilimdir. Ama o da bilim adamı olabilir ve gezintisinde kullanılmış olan teknik yine ömürlü olacaktır. Gerçekte o bir taksonomist olursa, bunu kullandığı çok açık olarak görülecektir. Eksikliğinde hiçbir botanistin işlev gösteremediği kuru ot koleksiyonları, mesleki nümuneler için birer depodur ve bunların tarihi de desteklemiş oldukları disiplininkiyle ortak bir yer tutar. Ama aynı teknik, eğer daha az karışık bir biçimde ise, daha soyut bilimler için de ayrıca esastır. Daha önce de vurgulamıştım, eğik düzlem ve konik sarkaç gibi problemlerin çözümlerinin özümsenmesi, Newton fiziğinin ne olduğunu öğrenmede bir adımdır. Yalnız bu problemlerden birçoğu özümsendikten sonra, bir öğrenci ya da meslekten bir kimse, öteki Newton'cu problemleri kendi adına tanıtlamaya girişebilir. Öte yandan örneklerin bu özümsenmesi de, kuvvetleri, kütleleri ve yeni bir problem içinde zorunlulukları ortaya çıkarma ve çözümü için uygun bir biçimciliği kaydetme gücünü ona veren çalışmanın bir parçasıdır. Son derece yalınlığına karşın, Johnny'nin durumu; paylaşılan örneklerin, kendilerinin nümune olmasını sağlayan ölçütler üzerine bir açıklamadan önce gelen, köklü bilgisel işlevlere sahip oldukları üzerinde niçin durduğumu açıklayacaktır.

Daha önce simgesel genellemelerle bağlantısı içinde tartışılmış olan çok önemli bir soruya dönerek, kanıtlamamı bağla-

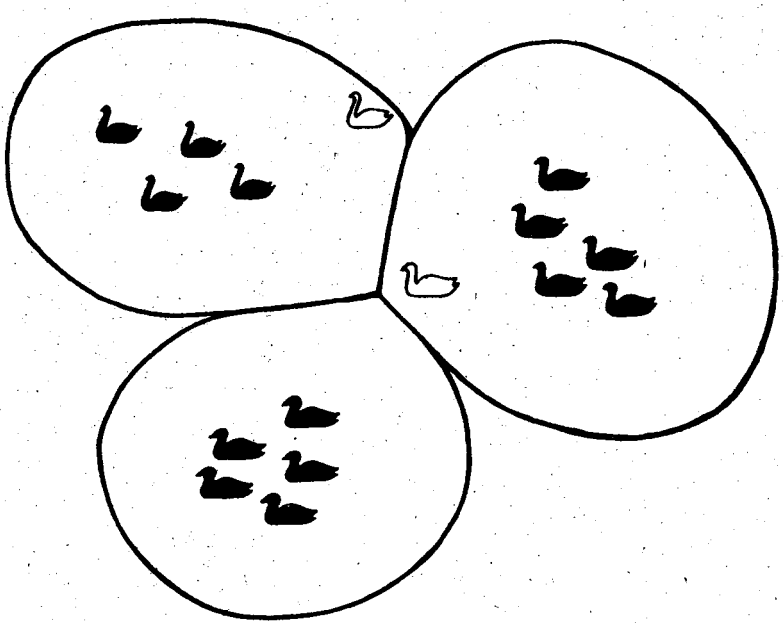
yacağım. Bilim adamlarının paylaşılan örneklerle bilgiyi özümsediklerini ve biriktirdiklerini varsayalım, filozofun bu süreçle ilgilenmesine gerek var mıdır? Bunun yerine, örnekleri inceleyemez ve, kuramın biçimsel öğeleriyle birlikte, bu örnekleri gereksiz kılan karşılıklılık kurallarını türetemez mi? Bu soruya daha önce aşağıdaki yanıtı önermiştim. Filozoflar, örneklerin yerine kurallan getirmekte özgürdürler ve, en azından ilkece, bu işi yaparken başarılı olacaklarını umabilirler. Ne var ki, süreç içinde, kendilerinden örneklerini edindiği topluluğun sahip olduğu bilginin yapısını da bozup değiştirirler. Gerçekte yapacakları iş, bir verileri işleme yolunu bir ötekinin yerine koymaktan ibaret olacaktır. Olağanüstü dikkatli olmadıkça, bu yoldan giderek, topluluğun bilgilenmesini zayıflatacaklardır. Dikkatli olsalar bile, kimi deneysel uyaranlara, topluluğun gelecekteki yanıtlarının özyapısını bozup değiştireceklerdir.

Johnny'nin eğitimi, bilim içinde olmasa da, bu iddialara yeni bir kanıt sağlamaktadır. Benzerliği algılamaktan çok, karşılıklılık kurallanyla kuğuları, kazları ve ördekleri tanılayabilmek; 2. şekildeki kümelerin her biri çevresinde birbirini kesmeyen kapalı eğriler çizmek demektir. Burada sonuç olarak ortaya çıkan şey, birbiriyle kesişmeyen üç sınıfı sergileyen, basit bir Venn diyagramıdır. Bütün kuğular bir diyagramdadır, bütün kazlar bir başkasında, vb. Peki ama eğriler nereye çizilmiş olmalıdır? Bunun için sonsuz olanak vardır. Bunlardan biri 3. şekilde gösterilmektedir; diyeceğim, orada sınırlar, üç kümedeki kuş şekillerine çok yakın çizilmişlerdir. Bu sınırlara göre, Johnny artık kuğu, kaz ve ördek sınıfında üyelik için, ölçütlerin ne olduğunu söyleyebilir. Öte yandan da birbirine çok yakın gördüğü su kuşları, aklını karıştırabilir. Diyagramdaki taslak şekil, algılanmış olan uzaklık ölçütü ile apaçık görülen bir kuğudur; ama yenilerde getirilmiş olan sınıf üyeliği karşılıklılık kurallarına göre o ne kuğu, ne kaz, ne de ördektir.

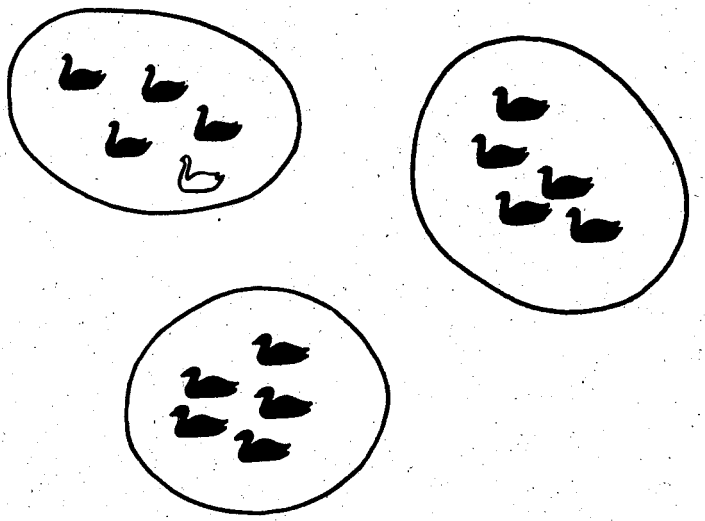
Dolayısıyla sınırlar, nümune(ler) kümesinin kenarlanna pek yakın çizilmemelidir. Öyleyse şimdi de öbür uç duruma, 4. şekle dönelim ve Johnny'nin algısal alanının ilgili çoğu bölümünü tamamen kapsayan sınırları çizelim. Bu seçimde, varolan kümelerin yakınlarında görünen hiçbir kuş, bir problem çıkarmaya-



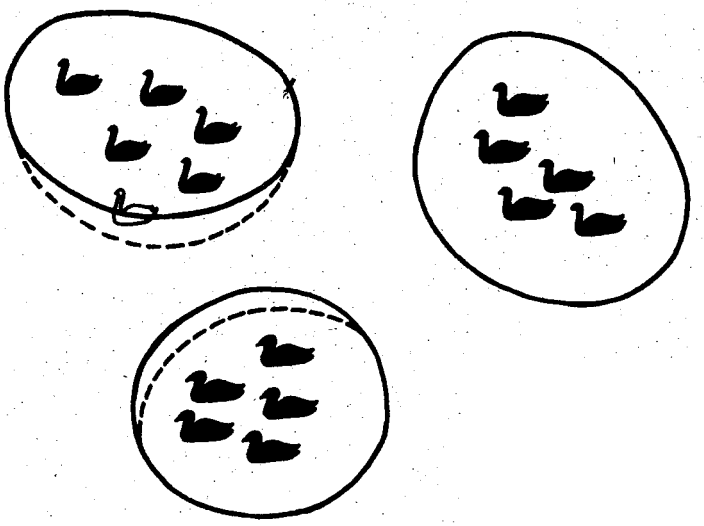
Şekil 3



Şekil 4



Şekil 5



Şekil 6

caktır; ama, bu güçlükten kaçınılırken bir başkasını yaratırız aynı zamanda. Johnny hiçbir kuğu-kaz'ın bulunmadığını biliyordu. Bilgisinin yeni bir yeniden-kuruluşu, onu bu bilgiden yoksun bırakıyordu. Buna karşılık, gereksinim duyması son derece olasılık dışı bir şeyler sağlıyordu; diyeceğim, kuğular ile kazlar arasındaki boş alanın dibinde bir kuş verisine uygulanan bir adı sağlıyordu. Yitirilmiş olanın yerini doldurabilmek için, Johnny'nin bilgisel aygıtına, kuğu sınırları içinde kalan çeşitli konumlarda, kazlar ve ördekler için benzeri işlevlerle birlikte, bir kuğuya rastlamasının olasılığını betimleyen bir yoğunluk işlevini eklemeyi düşünebiliriz. Ama özgün benzerlik ölçütü de zaten bunları sağlamaktadır. Gerçekten, yerini doldurmayı düşündüğümüz veri(leri)-işleme düzeneğine de hemen dönmüş oluyoruz böylece.

Açıkçası, uç noktalardaki sınıf sınırlarını çizme tekniklerinden hiçbiri bu işi yürütemez. 5. şekilde gösterilmiş olan uzlaşım açık bir iyileşmedir. Varolan kümelerden biri yakınında görünen herhangi bir kuş, ona aittir. Kümeler arasında yarı yolda görünen herhangi bir kuşun adı yoktur, ama böyle bir verinin bulunması da hiç olası değildir. Bunlar gibi sınıf sınırlarıyla Johnny, bir süre için, başarılı olarak işleri yürütebilir. Ama, özgün benzerlik ölçütü yerine sınıf sınırlarını koymak yoluyla bir şey kazanmış sayılmaz, ama biraz yitiği olmuştur. Bu sınırların stratejik uygunluğu sürdürülecekse eğer, Johnny başka bir kuğuya rastladığı her zaman bunların yerleri değiştirilmek gerekir.

6. şekil aklımda tuttuğum şeyi gösteriyor. Johnny bir kuğuya daha rastlamıştır. Tümüyle eski sınıf sınırı içinde yatmaktadır, umulacağı gibi. Hiçbir tanılama sorunu çıkmamıştır. Ama, burada noktalı çizgiyle gösterilmiş olduğu gibi, yeni sınırlar kuğu kümesinin değişik şeklini gözönüne alacak bir yoldan çizilmedikçe, bir dahaki sefere bir sorun çıkabilir. Kuğu sınırının dışarıya dönük uyarlanması yapılmadan, hemen sonra karşılaşılan kuş, benzerlik ölçütüne göre tartışılmayacak biçimde bir kuğu olsa da, eski sınırın üstüne ya da dışına düşebilir. Ördek sınırının eşzamanlı yeniden-geriçekimi yapılmadığında; Johnny'nin daha deneyli ağabeylerinin kendisine sağlamış olduğu boş alan korunmuş olabilir, son derece darlaşmış olsa da. Eğer durum

böyleyse, diyeceğim, her yeni deney, sınıf sınırlarının bir ayarlanmasını gerektiriyorsa, Johnny'nin filozoflara kendisi için bu türden sınırlar çizmelerine izin vermek akıllılığını gösterip göstermediği pekâlâ sorulabilir. Daha önceden kazanmış olduğu ilkel benzerlik ölçütü, tartışmasız bir yolla ve sürekli ayarlama yapmaksızın, bu durumların hepsini işleyebilmiştir. Eminim ki, anlam değişmesi ya da bir terimin uygulama yelpazesinde bir değişiklik diye bir şey vardır. Ama yalnız anlamın ya da uygulanabilirliğin daha önceden belirlenmiş sınırlara bağlı olduğu düşüncesi, burada böylesine bir laf ebeliği sergilemek gereğini duyurabilmiştir bize.[21]

Şimdi bir noktayı belirtmeme izin veriniz: Sınırları çizmek ya da karşılıklılık kurallarını benimsemek için sağlam nedenler bulunmadığını söylemeyeceğim. Eğer Johnny kuğular ile kazlar arasındaki boş alan üstüne köprü kuran bir kuş dizisiyle karşı karşıya getirilmemiş olsaydı, tanım gereği kuğu-kaz süreklisini ikiye bölen bir çizgi ile ortaya çıkan şaşkınlığı gidermek zorunda kalırdı. İmdi, su kuşlarının tanınmasında rengin kalıcı bir ölçüt olduğunu varsayabilmek için kendi başına nedenler bulunsaydı, Johnny akıllı bir yol tutup, genellemeye bağlanabilirdi; sözgelişi, "bütün kuğular beyazdır" gibi.[22] Bu tutulan yol da veri-işleme zamanından değerli tasarruf sağlardı. Her ne hal ise, genelleme mantıksal bir kullanım için, bir giriş noktası sağlayabilirdi. Sınırlara ve kurallara bel bağlayan ve çok iyi bilinen bir stratejiye

---

[21] Aynı oyuncakla, burada, "anlam bulanıklığı" ya da "açık kavram dokusu" gibi söz kümeleri geri çekilebilecektir. Bunların her ikisi de bir yetkinsizlik içermektedir, daha sonra sağlanabilecek eksik bir şeyi. Yetkinsizliğin bu anlamı, tüm olanaklı verilerin oluşturduğu bir dünyada bir sözcüğün ya da bir söz kümesinin uygulanabilirliği için yeterli ve zorunlu koşulları elde tutmamızı isteyen bir standartla yaratılmıştır yine de. Kimi verilerin içinde hiç görünmedikleri bir dünyada, bu türden bir ölçüt gereksizdir.

[22] Unutmayalım ki Johnny'nin "tüm kuğular beyazdır"a bağlanması, hem kuğular hakkında bir yasaya ve hem de kuğuların (kısmi) bir tanımına bir bağlanma olabilir. Diyeceğim, genellemeyi çözümlemeli olarak da, bireşimli olarak da kabul edebilir. Yukarda, 14. dipnotunda söylendiği gibi, ayrım önemli olabilir, ama eğer Johnny daha sonra, daha başka yönlerden, bir kuğuya yakından benzeyen siyah bir su kuşuna rastlarsa. Doğrudan doğruya gözlemden çıkarılan yasalar, parça parça düzeltilebilirler, ama tanımlar genellikle düzeltilemezler.

bir dönüş yaptırmak için uygun fırsatlar vardır. Ne var ki bu, ne uyaranlar, ne de veri işleme için uygun tek doğru strateji de değildir. Benim bilgince bir benzerlik algılaması adını veregeldiğim şeyden temellenen, bir seçenek vardır yine. Dil öğreniminde olsun, bilim eğitiminde ya da bilimsel uygulamada olsun, gözlem şunu göstermektedir: O gerçekte, geniş ölçüde kullanılmaktadır. Bilgibilimsel tartışmada onu gözardı etme yoluyla, bilginin yapısı üstüne kavrayışımızı çok zedeleyebiliriz.

Son olarak "paradigma" terimine yine dönelim. Kitabın tarih-yazarı olarak ben, bilimsel bir topluluğa üyelik kurumunu incelerken, grubun tartışma konusu olmayan araştırma davranışını açıklayabilmek için, herkesçe paylaşılan kuralları yeterince bulup getiremediğimden, bu terim *The Structure of Scientific Revolutions'* a girmişti. Başarılı uygulamanın herkesçe paylaşılan örneklerinin, grubun kurallardaki eksiğini kapattığı sonucuna varmıştım daha sonra. Bu örnekler, onun paradigmalarıydı ve bu durumlarıyla, onun sürekli araştırılmasında esaslı bir rol oynuyorlardı. Gelgelelim ben, bu işi pek ileriye götürdüğüm için, terimin uygulamalarını genişletmeye yöneldim, böylece paylaşılan tüm grup bağlanmalarını, şimdi disiplin matrisi adını vermek istediğim şeyin tüm bileşenlerini, bununla karşılamak istedim. Bunun sonucu, ister istemez bir karışıklık doğdu ve bu da özel bir terim getirmenin asıl nedenlerini karanlıklaştırdı. Paylaşılan örnekler, genel olarak, paylaşılan kurallara yüklenen bilgisel işlevlere yardımcı olabilirler. Bu işi yaptıklarında da, bilgi, kurallarla yöneltildiği tarzdakinden farklı bir yolla gelişir. İşte bu bildiri, her şeyin üstünde, bu temel noktaları ortaya çıkarmak, açıklığa kavuşturmak ve yerine oturtmak yolunda bir çabadır. Eğer bu noktalar şimdi görülüp anlaşılabiliyorlarsa, "paradigma" teriminin kullanılmasından vazgeçebiliriz, terimin işe karıştırılmasına yol açan görüşten vazgeçmesek de.

13

Nesnellik, Değer Yargısı ve Kuram Seçimi

Daha önce yayınlanmamış konferans metni, Furman Üniversitesi, 30 Kasım 1973.

On beş yıl önce ilk kez yayınlanmış olan bir tartışma kitabının sondan bir önceki bölümünde, bir zamanlar çok saygın karşılanan bir kuramı ya da paradigmayı bir başkası adına bırakmaya bilim adamlarını çağıran yöntemleri inceliyordum. Bu gibi karar sorunları, diyordum, "kanıt getirme yoluyla çözülmez." Dolayısıyla, onların işleme tarzını tartışmak, "inandırma teknikleri üstüne, ya da kanıtın bulunmayabileceği bir durumda, kanıtlama ve karşı-kanıtlama üstüne" konuşmak demektir. Bu koşullar altında, diye sürdürüyordum, "(yeni bir kurama) ömür boyu süren bir direnme... bilimsel standartları çiğneme sayılamaz... tarihçi, elinden geldiği sürece direnmeyi sürdürme akılsızlığını göstermiş olan insanları (örneğin, Priestley) her zaman bulabilirse de, direnmenin mantık-dışı ya da bilim-dışı olduğu bir nokta bulamayacaktır."[1] Bu türden önermeler, bilimsel seçme için bağlayıcı ölçütler bulunmadığında, hem çözülmüş bilimsel problem sayısının ve hem de tek tek problem çözümlemelerinin belginliğinin, zamanla, niçin böyle gözle görünür bir biçimde artmış olduğu sorusunu ortaya koyar açıkça. Bu sorunla ilk karşılaştığımda, kitabımın son bölümünde bilim adamlarının şu ya da bu uzmanlar topluluğunda üyeliklerini belgeleyen eği-

[1] *The Structure of Scientific Revolutions*, 2. baskı (Chicago, 1970), ss. 148, 151-52, 159. Bu parçaların alınmış olduğu bütün pasajlar, 1962'de yayınlanan birinci baskıda aynı şekilde çıkmıştır.

tim dolayısıyla paylaştıkları birçok karakteristiği belirtmeye çalıştım. Her bireyin seçmesini dikte edebilen ölçütler olmadığında, bu yolda eğitilmiş bilim adamlarının ortak değerlendirmesine güvenirsek, iyi olacaktır diye düşündüm. "Hangi ölçüt, bilimsel grubun kararından daha iyi olabilir?" diye de soruşturdum bu arada.[2]

Bu gibi saptamaları birçok filozof, beni hâlâ şaşırtan bir tutumla karşılamıştı. Kuram seçmeyi, görüşlerimin, "bir kitle psikolojisi konusu" durumuna sokmuş olduğu söyleniyordu.[3] Kuhn sanıyor ki, diyorlardı, "yeni bir paradigmayı benimsemek yolunda, bilimsel bir grubun kararı, herhangi bir türden, diyeceğim, olgusal ya da başka bir türden, sağlam nedenlerle temellendirilemez."[4] Bu gibi seçmeleri kuşatan tartışmalar, benim için, "düşünmeye dayanmayan, sadece duygusal açılmalar olmalıydı"[5] eleştirmenlerimin savına göre. Ama bence bu türden eleştiriler, tam bir yanlış-anlamayı dışavurmaktadır ve ben, öncelikle başka amaçlara yönelik bildirilerde, zaman zaman, çok şey söyledim şimdiye değin. Ne var ki, bu geçici protestoların umursanmayabilecek bir etkisi de olmuştur ve yanlış-anlama da hâlâ taşıdığı önemi korumaktadır. Böylece şu sonuca varmıştım: Söze başlarkenkiler gibi önermeler dile getirilirken aklımda olan şeyi, daha büyük uzunlukta ve daha belginlikle betimlemek, benim için vakit geçirme olacaktır. Geçmişte böyle davranmaya istekli olduysam, büyük ölçüde bunun nedeni, dikkatimi, öyle alanlara çevirmeyi yeğlemiş olmamdır ki, burada görüşlerim, kuram seçme bakımından ayrılık göstermekten çok, geçerli olarak kabul edilenlerden keskin bir ayrılık göstermektedirler.

---

[2] Agy., s. 170.

[3] Imre Lakatos, "Falsification and The Methodology of Scientific Research Programmes", I. Lakatos ve A. Musgrave bask., *Criticism and the Growth of Knowledge* (Cambridge, 1970), ss. 91-195. 188. sayfada çıkan alıntı söz kümesi özgün metinde altı çiziktir.

[4] Dudley Shapere, "Meaning and Scientific Change", R. G. Colodny bask., *Mind and Cosmos: Essays in Contemporary Science and Philosophy,* University of Pittsburgh Series in the Philosophy of Science, C.3 (Pittsburgh, 1966), ss. 41-85. 67. sayfada alıntı bulunabilecektir.

[5] Israel Scheffler, *Science and Subjectivity* (Indianapolis, 1967), s. 81.

İşe başlarken, sağlam bir bilimsel kuramın karakteristikleri nelerdir? diye soruyorum. Çok olağan birçok yanıt arasından, yetkinlikleri dolayısıyla değil de, tek tek önemli oldukları ve neyin tartışılmakta olduğunu gösterecek denli topluca yeterli derecede değişik oldukları için, beş tanesini seçiyorum. Birincisi, bir kuram doğru ve sağın olmalıdır. Kendi alanında, diyeceğim, bir kuramdan çıkarsanacak sonuçlar, varolan deneyler ve gözlemlerin sonuçlarıyla tanıtlanmış bir uyuşma içinde olmalıdır. İkincisi, bir kuram tutarlı olmalıdır, ama yalnız içten olarak ve kendi kendisiyle değil, ayrıca, doğanın birbiriyle ilintili görünümlerine uygulanabilir ve yürürlükteki kabul edilmiş öbür kuramlarla da tutarlı olmalıdır. Üçüncüsü, bir kuramın geniş bir etki alanı olmalıdır: Özellikle, bir kuramın sonuçları, özel gözlemlerin, yasaların ya da, işin başında kendisinin açıklamaya dönük olduğu, alt-kuramların çok ötesine uzayabilmelidir. Dördüncüsü, sıkıca öbürlerine bağlı olarak, bir kuram yalın olmalıdır; diyeceğim, kendisinin yokluğunda tek tek yalıtılmış olan ve, bir takım olarak da, karmakarışık bir durumda bulunan olayları bir düzene sokmalıdır. Beşincisi, –bu âdeta daha az standart bir madde gibidir, ama günümüzdeki bilimsel kararlarda özel bir yeri vardır–, bir kuram, yeni bilimsel bulguların araştırılmasında verimli olmalıdır: Diyeceğim, daha önceden bilinenler arasında daha önce dikkate alınmamış ya da yeni olayları ortaya çıkarmalıdır.[6] Bu beş belirgin nitelik –doğru ve sağın olma, tutarlılık, etkinlik alanı olma, yalınlık ve verimlilik–, bir kuramın upuygunluğunu değerlendirmede standart ölçütlerdir hep birden. Eğer bunlar varolmasaydı, kitabımda çok daha büyük bir yer ayırmam gerekirdi kendilerine; çünkü, geleneksel görüşle birlikte ben de kabul ediyorum ki, yerleşik bir kuram ile türedi bir rakip arasında bilim adamları bir seçme yapmak zorunda kaldıklarında, bunlar yaşamsal bir rolü üstlenmektedir. Çoğu aynı türden daha baş-

[6] Bu son ölçüt *verimlilik*, şimdiye dek görmüş olduğundan daha çok bir vurguyu hak etmektedir. İki kuram arasında seçme yapan bir bilim adamı, kararının daha sonraki araştırma çalışmasında bir ilgisi olacağını bilir. Bilim adamlarının genel olarak ödüllendirildikleri somut başarılar vaad eden bir kuramın çekiciliğine kendini kaptıracaktır o da özellikle.

kalarıyla birlikte, kuram seçmede ortaklaşa *bir* temel oluştururlar.

Ne var ki, sözgelişi Ptoleme'nin astronomi kuramı ile Copernicus'ünkü arasında, yanma ile ilgili flojiston kuramı ile oksijen kuramı arasında, ya da Newton mekaniği ile kuvantum kuramı arasında seçme yaparken, bu ölçütleri kullanmak zorunda kalan insanlar, şu iki türlü güçlükle her zaman karşılaşacaklardır. Tek tek alındıklarında, bulanıktır bu ölçütler: Somut durumlara tek tek uygulandıklarında haklı olarak ayrım gösterebiliyorlar aralarında. Ayrıca, birlikte ortaya konduklarında da birbiriyle çatıştıkları sık sık görülür; sözgelimi, doğruluk ve sağınlık, bir kuramın seçimini buyurabilir, etki alanı ise, rakibinin seçimini. Bu güçlükler, özellikle birinciler, ayrıca görece bilinen şeyler olduklarından, açımlamalarına pek fazla yer ayırmayacağım. Kanıtlamam bunları kısaca örneklememi gerektirse de, görüşlerim, ben yalnız böyle yaptıktan sonra, uzun süre yürürlükte olanlardan yola çıkmaya başlayacaktır.

Şu andaki amaçlarımız için yalnız nicel değil nitel uyuşmayı da kapsamına aldığını kabul ettiğim doğruluk ve sağınlık ilkesiyle işe başlayalım. Ötekilerinden kısmen daha az ikircikli olduğu için, ama, özellikle kendisine bağlı olan öndeyişçi ve açıklayıcı güçler, bilim adamlarının özellikle vazgeçmek istemedikleri belirgin çizgiler olduklarından, son çözümlemede o, hemen hemen en bağlayıcı bir ölçüt gibi görülür. Ama ne çare ki, kuramlar, her zaman doğruluk ve sağınlık çerçevesinde ayırt edilmezler. Sözgelimi, Copernicus dizgesi, Copernicus'ün ölümünden altmış yıldan fazla bir zaman sonra acımasızca gözden geçirilinceye değin, Ptoleme'ninkinden daha doğru sayılamamıştı. Eğer Kepler ya da daha başka biri, Güneş merkezli astronomiyi seçmek için başka nedenler bulmasaydı, doğruluk konusundaki bu iyileştirmeler de hiç yapılamazdı ve Copernicus'ün yapıtı da unutulur giderdi. Daha tipik bir biçimde, doğruluk ve sağınlık, elbette ayrım gözetmelere izin verir ama, her zaman ikirciksiz seçime yol açan türüne izin vermez. Sözgelişi, oksijen kuramı kimyasal tepkimelerde gözlemlenen ağırlık ilişkilerini açıklamak yolunda genellikle kabul edilmişti; flojiston kuramının daha önce açıklamaya hiç de girişmediği bir şeydi bu. Buna karşılık

flojiston kuramı, rakibinden farklı olarak, metallerin, kendisinden oluştukları cevherlerden çok daha birbirine benzer olduğunu açıklayabiliyordu. Böylece bir kuram bir alanda deneye daha uygun düşüyordu; bir başkası da başka alanda. Doğruluk temeli üzerinde, bunlar arasında bir seçme yapmak için, bir bilim adamının, doğruluğun daha büyük olduğu alanı saptaması gerekiyordu. Yukarda özetlenen ölçütlerden herhangi birini ya da daha önerilebilecek başkalarını çiğneyip geçmeksizin, bu konu üzerinde kimyacılar ayrımlaşabilmişler ve ayrımlaşmışlardır.

Bundan ötürü, ne denli önemli olursa olsun, doğruluk ve sağınlık, kendi başına yeterli bir ölçüt değildir kuram seçiminde, hemen hemen hiçbir zaman. Başka ölçütler de işlev göstermek gerekir, ama onlar da problemleri ortadan kaldıramazlar. Bunu örnekleyebilmek için, ikisini –tutarlılık ile yalınlık ölçütünü– seçiyorum ve soruyorum: Güneş merkezli ve Yer merkezli dizgeler arasındaki seçimde, bunlar nasıl işlev göstermişlerdir? Astronomik kuram olarak hem Ptoleme'ninki ve hem de Copernicus'ünkü içten tutarlıydılar; ama öbür alanlardaki ilintili kuramlarla bağıntılarında çok farklıydılar. Durağan merkezdeki Yeryüzü, okullarda öğretilen fizik kuramının; diyeceğim, daha başka birçok şeyler arasında, taşların nasıl düştüğünü, su pompalarının nasıl çalıştığını ve niçin bulutların gökyüzünde yavaş yavaş devindiklerini açıklamış olan, kenetlenmiş bir öğreti bütünlüğünün temel bir maddesiydi. Yeryüzünün devinimini gerekli kılan Güneş merkezli astronomi, bu ve daha başka yeryüzü olaylarının varolan bilimsel açıklamasıyla tutarsızdı. Dolayısıyla, tutarlılık ölçütü de kendi başına kuşkusuzca, yer-merkezli gelenek adına konuşuyordu.

Yalınlık gerçi Copernicus'ün işini kolaylaştırmıştı ama, çok özel bir yolla değerlendirildikte. Bir yandan, eğer iki dizge, özel bir zamanda bir gezegenin konumunu önceden söyleyebilmek için gerekli gerçek hesaplama çalışması çerçevesinde karşılaştırılmış olsaydı, esaslı bir biçimde eşdeğer olurlardı. Astronomların yapmış oldukları, bu gibi hesaplamalardı ve Copernicus'ün dizgesi de onlara, işte kolaylık sağlayan hiçbir teknik sunmuyordu. Bu anlamda, o Ptoleme'ninkinden daha yalın değildi.

Öte yandan eğer, gezegenlerin ayrıntılı nicel devinimlerini değil de sadece kabaca nitel özellikleri –sınırlı uzanım, geriye dönük devinim vb.– açıklamak için gerekli matematiksel aygıt miktarı konusunda soruşturmamış olsaydı, o zaman her okul çocuğunun bildiği gibi, Copernicus'ünkiler gezegen başına bir daireyi, Ptoleme'ninki ise iki daireyi gerekli görürdü. Bu anlamda Copernicus dizgesi daha yalındı; bu da, hem Kepler ve hem de Galileo'nun yapmış olduğu seçmelerde yaşamsal bir önem taşıyan ve, böylece, Copernicus'çülüğün sonal utkusu için temel olan bir gerçekti. Ama, yalınlığın bu anlamı, tek uygun anlam değildi; giderek, meslekten astronomlar için, diyeceğim, görevleri gezegensel konumun gerçek hesaplanması olan insanlar için, en doğal bir anlam da değildi.

Zamanım kısa olduğundan ve başka yerde de birçok örnek göstermiş olduğumdan, standart ölçme ölçütlerinin uygulanmasındaki bu güçlüklerin tipik olduklarını ve bunların, yirminci yüzyıl durumlarında, daha önce belirtmiş olduğum ilk ve daha iyi bilinen örneklerdekinden daha az etkili bir biçimde görünmediklerini belirteceğim burada sadece. Bilim adamları, birbiriyle yarışan kuramlar arasında seçme yapma zorunda kaldıklarında, aynı seçme ölçütleri listesine tamamen bağlı iki insan, değişik sonuçlara ulaşabilir yine de. Belki, ya yalınlığı farklı bir yolla yorumlamaktadırlar, ya da içinde tutarlılık ölçütüyle karşılaşılması gereken alanların dizisi üstüne farklı kanılar taşımaktadırlar. Ya da, belki, bu konular üstünde anlaşmaktadırlar ama, birçoğu birlikte sergilendiğinde, bu ya da şu ölçütlere verilecek olan bağıl ağırlık üstüne farklı görüşlere sahiptirler. Bu tür görüş ayrılıkları için yararlı olacak hiçbir seçme ölçüt(leri) takımı şimdiye değin önerilmemiştir. Bir tarihçinin kendine göre yaptığı gibi, belirgin bir biçimde, özel kişilerin özel zamanlarda niçin özel seçmeler yaptıkları açıklanabilir. Ama, bu amaçla, paylaşılan ölçütlerin listesi ötesinde, seçmeyi yapan bireylerin karakteristik çizgilerine gidilmesi gerekir. Diyeceğim, bir bilim adamından ötekine değişen, ama bu yüzden yine de bilimi bilimsel kılan yasalara katılmalarını hiç tehlikeye sokmayan karakteristik çizgiler işlenmelidir. Bu tür yasalar varolsa ve bulunabilse de (benim ilk ele aldığım seçme ölçütleri bunlar arasın-

dadır kuşkusuz), tek tek bilim adamlarının kararlarını belirleyebilmek için, kendi başlarına yeterli değildirler. Bu amaçla, paylaşılan yasalar, bir bireyden öbürüne ayrımlaşan yollarla güçlendirilmelidirler.

Aklımdaki ayrımlardan kimisi, bilim adamı olarak daha önceki bireysel deneyimden kaynaklanmaktadır. Seçme gereksinmesiyle karşılaştığında, alanın hangi bölümünde iş başındaydı o? Orada ne kadar süre çalışmıştı? Nasıl başarılı olmuştu? Ve çalışmasının ne kadarı, yeni kuramla ters düşen kavram ve tekniklere bağlıydı? Seçme ile ilgili daha başka etkenler, bilimlerin dışında yer alırlar. Kepler'in Copernicus'çülüğü erkenden seçmesi, zamanının Yeni-Platoncu ve Hermetik hareketlerine onun dalmış olmasından ileri geliyordu kısmen; Alman Romantizmi, etkisi altına almış olduğu kimseleri, enerji korunumunun hem yadsınması ve hem de benimsenmesi yolunda yatkınlaştırmıştı; ondokuzuncu yüzyıl Britanya sosyal düşüncesinin de, Darwin'in yaşam savaşımı kavramının elverişliliği ve kabul edilebilirliği üzerinde benzeri bir etkisi olmuştu. Daha başka ayrımlar da kişilik işlevleridirler. Kimi bilim adamları, özgünlüğe başkalarından daha çok prim verirler ve buna karşılık riski göze almaya da isteklidirler; kimi bilim adamları kapsamlı, birleşik kuramları, daha dar etki alanı varmış gibi görünen, belgin ve ayrıntılı problem çözümlerine yeğlerler. Bu gibi farklılaşan etkenler, benim eleştirmenlerimce, öznelmiş gibi betimlenmişler ve benim ilk değindiğim ortaklaşa ve nesnel ölçütlerle ters düşmüşlerdir. Terimlerin bu kullanılışını daha sonra soruşturacağım; ama, şimdilik bunu kabul etmeme izin verin. Bu durumda benim görüşüm odur ki, birbiriyle yarışmakta olan kuramlar arasında her bireysel seçme, nesnel ve öznel etkenlerin, ortaklaşa ve bireysel kalan ölçütlerin bir karışımına bağlıdır. Bu sonuncular bilim felsefesinde olağan bir biçimde yer almadığından bunlar üzerinde durmam, birincilere olan inancımın eleştirmenlerimce anlaşılmasını güçleştirmektedir.

Buraya değin söylediklerim, ilkin, kuram seçimi sırasında bilimlerde neler olduğunu betimler sadece. Betimleme olarak, ayrıca, eleştirmenlerimce karşı çıkılmamıştır; ama, buna karşılık onlar, bilimsel yaşamdaki bu gerçekliklerin felsefi bir anlamla-

ması olduğu şeklindeki görüşümü reddetmişlerdir. Bu konuyu ele alırken pek büyük olmadığını sandığım kimi görüş ayrılıklarını ortaya çıkarmakla işe başlayacağım. Şimdi izninizle ilkin şunu sorayım: Bilim felsefecileri, özgürce güvenceye bağladıkları, bilim adamlarının tek tek yapmış olduğu edimsel kuram seçimlerinde her zaman bulunan öznel öğeleri, bu denli uzun süre nasıl küçümseyebilmişlerdir? Bu öğeler, bilimsel bilginin doğasının zayıflığı değil de, yalnızca insan zayıflığının bir işareti gibi niçin görünmüyor onlara?

Bu sorunun bir yanıtı şu herhalde: Çok az filozof, o da varsa hani, ölçütlerin ya tam, ya da tümüyle iyi-eklemlenmiş bir listesine sahip olduğunu ileri sürmüştür. Bu yüzden kimi zaman daha ileri bir araştırmanın tortusal kusurları giderebileceğini ve ussal, üzerinde herkesin birleştiği bir seçmeyi buyurabilecek bir algoritmayı ortaya koyabileceğini, akla uygun bir biçimde umabilirlerdi. Bunun gerçekleşmesi sırasında bilim adamlarının yürürlükteki en iyi nesnel ölçütler listesinde hâlâ bulunmayan bir şeyi özenli bir yolla sağlamaktan başka hiçbir seçenekleri yoktu. Kimilerinin de eldeki geliştirilmiş bir liste ile bile hâlâ böyle davranabilmesi, o zaman sadece, insan doğasının kaçınılmaz kusurunun bir belirtisiydi.

Bu yanıt türü de doğru görülebilir; ama, sanırım, hiçbir filozof artık bunun böyle olacağını ummamaktadır. Logaritmik karar yollarının araştırılması bir süre daha devam etmiştir ve hem güçlü ve hem de aydınlatıcı sonuçlar ortaya koymuştur. Ama bu sonuçların hepsi, seçme ölçütlerinin tek tek açık bir biçimde dile getirileceğini ve ayrıca, birden fazla ilgili ölçüt olduğunda, ortak uygulamalar için, uygun bir ağırlık işlevinin el altında bulunduğunu önceden varsayar. Ne çare ki, tartışılan seçme bilimsel kuramlar arasında olduğu yerde, bu isteklerin birincisine dönük pek az ilerleme olmuştur ve ikincisine ise hiç olmamıştır. Birçok bilim felsefecisi, sanırım bu yüzden şimdi, geleneksel olarak araştırılmış olan algoritma türüne, bütünüyle erişilemeyen bir ideal gözüyle bakacaklardır. Ben bunu tümüyle kabul ediyor ve bundan böyle kesinmiş gibi görüyorum.

Ama bir ideal bile, inanılır olabilmek için, içinde uygulanacağı varsayılmış olan durumlarla kimi tanıtlanmış ilintiyi gerekli

kılar. Böyle bir tanıtlamanın özel etkenlere başvuruyu gerek görmediğini ileri sürerken, benim eleştirmenlerim, örtülü ya da açık bir yolla, bulgulama ve temellendirme bağlamları arasındaki çok iyi bilinen ayrıma başvuruyormuş gibi görünüyorlar.[7] Diyeceğim, benim sözünü ettiğim öznel etkenlerin, yeni kuramların bulgulanmasında ve yaratılmasında önemli bir rol oynadıklarını kabul ediyorlar; ama ayrıca, kaçınılmaz bir biçimde, sezgisel olan bu sürecin bilim felsefesi sınırları dışında bulunduğu ve bilimsel nesnellikle ilişkisi bulunmadığı üzerinde de duruyorlar. Kuramların testlendiği, temellendirildiği ya da değerlendirildiği süreçlerle, nesnellik bilime girer, diye sürdürüyorlar. Bu süreçler, öznel faktörleri asla işe karıştırmaz, ya da en azından buna gerekseme duymaz. Değerlendirmeye (yargılamaya) yetkili bütün bir grupça paylaşılmış olan bir (nesnel) ölçüt(ler) takımıyla yönetilebilirler.

Bu konumun bilimsel yaşamdaki gözlemlere uymadığını daha önce belirtmiştim ve şimdi de bunların çoğunun kabul edilmiş olduğunu söylüyorum. Şimdi tartışılmakta olan, değişik bir konudur: Bulgulama ile temellendirme bağlamları arasındaki bu ayrımın çağrıştırılması, akla yakın ve yararlı bir ülküleştirme (idealization) sağlıyor mu, sağlamıyor mu? Bence sağlamıyor ve onun açık inandırıcılığının olası kaynağını belirterek ilkin, sanırım görüşümü en iyi biçimde sunabileceğim. Eleştiricilerimin, bilim öğretimiyle ya da başka bir yerde ders kitabı bilimi adını verdiğim şeyle, yanlış yola saptırıldığından kuşkulanıyorum. Bilim öğretiminde kuramlar örnek uygulamalarla birlikte sunulur ve bu uygulamalar, bir kanıt gibi görülebilir. Ama onların birincil öğretim işlevi bu değildir (bilim öğrencileri şiddetli bir istekle profesörlerinin kitaplarının söylediklerine bağlanırlar). Bunların *kimisi* edimsel kararlar alındığı sırada kanıtın bir *parçası* olur kuşkusuz; ama, yalnızca, karar süreçleriyle ilgili görüşlerin bir bölümünü temsil ederler. Öğretim bağlamı hemen hemen bulgulama bağlamından olduğu kadar, temellendirme bağlamından da farklılaşır.

---

[7] Bu konumun en az ikircikli örneği, Scheffler'in *Science and Subjectivity*, böl. 4'de geliştirilmiş olanıdır herhalde.

Bu noktanın tam belgelendirilmesi, burada uygun olandan daha uzun bir tartışmayı gerektirir; ama, filozofların, genelde seçme ölçütlerinin ilintisini tanıtladıkları yöntemin iki görünümü (yanı), burada değinilmeye değer bir konudur. Örnek aldıkları bilim ders kitapları gibi, bilim felsefesiyle ilgili kitaplar ve makaleler de ünlü, önemli deneylere döner döner başvurur: Yeryüzünün devinimini tanıtlayan Foucault sarkacı; Cavendish'in genel çekimi tanıtlaması; ya da suda ve havada sesin yayılma hızının Fizeau tarafından ölçülmesi. Bu gibi deneyler bilimsel seçme için sağlam nedenlere dayalı paradigmalardır; iki kuramdan hangisini izlemesi gerektiği konusunda duraksama gösteren bir bilim adamı için uygun olabilecek bütün kanıt türlerinin en etkilisini verirler; seçme ölçütlerinin aktarılmasında taşıyıcı olurlar. Ama ortaklaşa başka bir karakterleri daha vardır. Ortaya çıkıp gerçekleştikleri sırada, artık hiçbir bilim adamı, bunların sonuçlarının bundan böyle tanıtlamaya yardımcı olduğu kuramın geçerliğine inanmak istemeyecektir. Bu kararlar, büyük ölçüde daha ikircikli kanıta dayalı olarak çoktan alınmış bulunmaktadır. Filozofların dönüp dönüp gönderme yapmış oldukları çok önemli örnek deneyler, sadece hep beklenmedik sonuçlar verdiklerinde, kuram seçimiyle tarihsel yönden ilintili olmuşlardır. Örneklemeler olarak kullanılmaları, bilim öğretimine gerekli ekonomiyi sağlar, ama bilim adamlarının yapmak gereğini duydukları seçmelerin karakterini pek aydınlatmazlar.

Bilimsel seçme ile ilintili standart felsefi örneklemelerin başka bir cansıkıcı karakteristiği daha vardır. Daha önce de göstermiş olduğumuz gibi, tartışılmış olan kanıtlar sadece, gerçekten; son çözümlemede başarılı olan kurama yardımcı olanlardır. Oksijenin ağırlık ilişkilerinin açıklayabildiğini okuyoruz, ama flojiston bu açıklamayı yapamıyor, flojiston kuramının gücü ya da oksijen kuramının sınırlamaları konusunda bir şey söylenmiş değildir. Ptoleme kuramının Copernicus'ünküyle karşılaştırılmaları da aynı yolda gider. Gelişmiş bir kuramı henüz çocukluk çağındakiyle karşı karşıya getirdiği için, bu örnekler verilmemeliydi belki. Gelgelelim filozoflar bunları kullanırlar her zaman. Bu yoldan gidişlerinin sonucu, karar durumunu yalınlaştıracak olsaydı yalnızca, karşı çıkılmazdı buna. Tarihçiler bile

betimledikleri durumların tüm olgusal karmaşıklığını işlemek savında bulunamazlar. Ama bu yalınlaştırmalar, seçmeyi temelli sorunsuzlaştırmak yoluyla güçsüzleşirler. Diyeceğim, çalışma alanları ileriye gitmek zorunda ise, bilim adamlarının çözmek zorunda bulundukları karar alma durumlarının köklü bir öğesini ortadan kaldırırlar. Bu durumlarda, en azından her olanaklı seçimde, her zaman sağlam sebepler bulunur ayrıca. Bulgulama bağlamıyla ilgili görüşler de o zaman doğrulamayla da ilgili olurlar; yeni bir kuram bulgulayan kişinin ilgilerini ve duyarlılıklarını paylaşan bilim adamları, *ipso facto,* oransız bir biçimde sık sık bu kuramın ilk destekleyicileri arasında görünebilirler. İşte bunun için kuram seçimi için algoritma kurmak güçleşmiştir ve ayrıca bu yüzden, bu türden güçlükler baştan sona çözülmeye değer görünmüşlerdir. Problemler ortaya çıkaran seçmeler, bilim felsefecilerinin kavramak gereksinimi duymuş olduğu problemlerdir. Felsefi açıdan ilginç karar alma yolları, yokluklarında, kararın yine kuşkulu olabileceği yerde işlev göstermelidirler.

Bunları ben daha önce de çok söylemiştim, ama kısa olarak. Ne ki yakınlarda, eleştirmenlerimin konumunun açıkça akla yakınlığının daha başka ince bir kaynağını buldum. Onu sunabilmek için, onlardan biriyle yapılan varsayımsal diyalogu kısaca betimleyeceğim. Hepimiz kabul etmekteyiz ki, her bir bilim adamı Bayesiyen bir algoritma sergilemek yoluyla, birbiriyle yarışan kuramlar arasında seçme yapmaktadır; bu algoritma $p(T,E)$ için, diyeceğim, hem kendisi ve hem de belli bir dönemde, meslek grubunun öbür üyelerine uygun gelen E kanıtına dayalı T kuramının olasılığı için bir değeri hesaplama olanağını verir. Bunlardan başka, "kanıtı" da bizler, yalınlık ve yararlılık gibi düşünceleri içine alacak biçimde geniş geniş yorumlarız. Ne var ki, benim eleştirmenim p gibi tek bir değer olduğunu, bunun da nesnel seçmeyi karşıladığını ileriye sürüyor ve gruptaki aklı başında üyelerin tümünün buna erişmesi gerektiğini savunuyor. Öte yandan, ben de, daha önce verili nedenler dolayısıyla, onun nesnel adını verdiği etkenlerin herhangi bir algoritmayı her nasıl olursa olsun tam olarak belirlemeye yeterli olmadığımı ileri sürüyorum. Sırf tartışma adına ben, her bir bireyin bir algoritması bulunduğunu ve bunların algoritma-

larının tümünün ortaklaşa çok yanı bulunduğunu kabul etmiştim. Bununla birlikte, bireylerin algoritmalarının hepsinin son çözümlemede, herhangi hesaplamalar yapılmadan önce her birinin nesnel ölçütleri tamamlamak zorunda olduğu öznel düşünceler dolayısıyla, farklı olduklarını yine öne sürüyorum. Şimdi benim varsayımsal eleştirmenim liberal bir kişiyse eğer, birbiriyle çekişen kuramlar arasındaki yarışmanın ilk evrelerinde her bir bireyin güven duyduğu varsayımsal algoritmanın belirlenmesinde, bu öznel ayrımların bir rol oynadığını artık onaylayabilir. Ama o, sanırım ayrıca iddia edecektir: zamanla apaçıklık artacağından, değişik bireylerin algoritmaları, sunuşunu başlatmış olduğu nesnel seçmenin algoritmasına yöneleceklerdir. Ona göre tek tek seçmelerinin giderek artan oybirliği, onların giderek artan nesnelliği için ve, dolayısıyla, öznel öğelerin karar alma sürecinden çıkarılması için bir kanıttır.

Diyalog için sözüm bu kadar; açıkça akla yakın bir konumu vurgulayan, aynı doğrultuya giren şeyler, bireylerin bireysel algoritmalarına göre hesapladıkları p'nin değerleri olmayı gerektirsin sadece. Bu algoritmaların da zamanla daha çok birbirine benzedikleri düşünülebilir; ama, kuram seçmedeki sonal oy-birliği, onların her ne yaparlarsa böyle yaptıklarına kanıt sağlamaz. Başlangıçta mesleğin bölünmesine yol açan kararları açıklamak için öznel etkenler gerekli ise eğer, daha sonra meslek bir uyuşmaya vardığında yine varolabilirler. Burada sorunu irdelemeyeceğim ama, bilimsel bir topluluğun bölündüğü anlar üzerinde durup düşünürsek, bunu, onların gerçekten böyle yaptıkları anlaşılır.

Buraya değin kanıtlamam iki noktaya doğrultulmuştu. İlkin şu kanıtı sağlamıştı: Birbiriyle yarışan kuramlar arasında bilim adamlarının yapmış olduğu seçmeler, yalnızca ortaklaşa ölçütlere değil –eleştirmenlerim bunların nesnel olduğunu söylüyor–; ayrıca, bireysel yaşamöyküsü ve kişiliğe bağlı olan, kişilikle ilintili etkenlerle de ilintilidirler. Eleştirmenlerimin sözlüğünde sonuncular özneldirler; kanıtlamamın ikinci bölümü de onların felsefi anlamlarını olası kimi yadsıma yollarıyla engellemeye girişmektedir. Şimdi de başlarken belirtmiş olduğum –doğruluk, yalınlık, vb.–, paylaşılan ölçütlerin listesine kısaca dönersek,

daha olumlu bir yaklaşıma geçmeme izin verin. Artık şunu anlatmak isterim ki, bu türden ölçütlerin büyük etkililiği, kendilerini onaylayan her bir bireyin seçmesini buyuracak denli yeterince eklemlenmiş olmalarına bağlı değildir. Gerçekten, bu ölçüde eklemlenmiş olsalardı, bilimsel ilerleme için köklü bir davranış düzeneği işlevsiz kalırdı. Geleneğin, kendi seçme kurallarında giderilebilir kusurlar diye gördüğü şeye, kısmen, bilimin özsel yapısına yanıtlar gözüyle bakıyorum.

Çoğun yaptığım gibi, apaçık ortada olanla işe başlıyorum. Kararların ne olması gerektiğini açıklamaksızın bu kararları etkileyen ölçütler, insan yaşamının çeşitli görünüşünde bilinen şeylerdir. Ne var ki genelde bunlara ölçütler ya da kurallar denmez de, özdeyişler, normlar ya da değerler adı verilir. İlkin özdeyişleri alalım ele. Seçme ivedi olduğunda onları anımsayan (çağrıştıran) birey, genelde yanıltıcı bir biçimde bulanık ve çoğunlukla da birbiriyle çatışma içinde görür. Örneğin, "Duraksayan yiter" sözü "sıçramadan önce önüne bak" ile karşıttır, ya da "çok el işi hafifletir" özdeyişini "aşçıların çokluğu çorbayı berbat eder" ile karşılaştıralım. Özdeyişler tek tek alınınca, değişik seçmeler buyurur; toplu̇ca ele alındıklarında, hiçbir şey anlatmaz. Ne var ki, hiç kimse çocuklara bu gibi çelişkili etiketler sağlamanın, eğitimleriyle bir ilgisi olmadığını da söylemez. Birbirine karşıt özdeyişler, alınacak kararın yapısını değiştirir, ortaya koyduğu temel konuları belirginleştirir ve, her bireyin kendi başına sorumluluğunu taşıması gereken kararın geriye kalan yanlarını gösterir. Bir kez çağrıştırıldıktan sonra, bu gibi özdeyişler karar sürecinin özyapısını değiştirir ve böylece sonucunu da değiştirebilir.

Değerler ve normlar da, çatışma ve ikircikli konuşma karşısında, daha açık seçik, kılavuzluk örnekleri verebilir. Yaşamın niteliğini iyileştirme bir değerdir ve garajda bir araba, bir norm olarak artık bunun sonucudur. Ne var ki, yaşam niteliğinin başka yanları da vardır ve eski norm, tartışma konusuna dönüşür. Yine bunun gibi, ifade özgürlüğü bir değerdir, ama yaşamın ve mülkiyetin korunması da öyledir. Uygulamada, ikisi sık sık çatışır, öyle ki, hep sürüp giden hukuki vicdan muhasebesi, saldırıya tahrik ya da kalabalık bir tiyatroda Yangın var! diye bağırmak

gibi bir davranışı ketlemek için gerekli olmuştur. Bu gibi güçlükler, uygun bir yanıltma kaynağıdır, ama değerlerin hiçbir işlevi yoktur gibi suçlamalarla ya da bir yana bırakılmaları için çağrılarla çok seyrek sonuçlanır. Bu yanıt, daha başka değerlere sahip toplumların varolduğunu ve bu değer ayrımlarının daha başka yaşam yollarıyla, ne yapılabilir ve ne yapılamaz konusunda daha başka kararlarla sonuçlandıklarını öngören duyarlı bir bilinçle bizim çoğumuza yasaklanmıştır.

İşte değindiğim seçme ölçütlerinin seçmeyi belirleyen kurallar olarak değil, onu etkileyen değerler olarak işlev yaptığını söylüyorum elbette. Ama değerlere derinden derine bağlanmış iki insan, özel durumlarda, gerçekten yaptıklarından farklı seçmeler yapabilirler yine de. Ama sonuçta ortaya çıkan bu ayrım, bilim adamlarının paylaştığı bu değerlerin, hem onların kararları ve hem de katıldıkları girişimin gelişimi için, kritik bir biçimde daha az önemli olmadıklarını anlatmamalıdır. Doğruluk, tutarlılık ve etkinlik alanı gibi değerler uygulamada ikircimli olabilirler hem tek tek ve hem de birlikte olarak; diyeceğim, *paylaşılan* bir seçme algoritmasına yetersiz bir temel olabilirler. Ama birçok şeyi de açıklarlar: Bir karara varılmasında her bir bilim adamı neyi ele almalıdır, neyi ilgili saymalı ya da saymamalıdır, yapmış olduğu seçme için temel diye, yasal olarak neyi bildirmesi gerekecektir. Bu listeyi, sözgelimi, bir ölçüt olarak toplumsal yararlılığı da ekleyerek değiştirelim, görülecektir ki, özel seçmelerin kimisi farklılaşacak, bir mühendisten beklenilenlere daha benzer olacaktır. Listeden doğaya uygunluk doğruluğunu çıkaralım, görülecektir ki sonuç olarak doğan girişim, bilime hiç benzemeyecektir, ama belki felsefe olacaktır bunun yerine. Birbirinden farklı yaratıcı disiplinler, daha başka şeyler arasında, paylaşılan değerlerin farklı takımlarıyla belirginleşmektedir. Felsefe ile mühendislik, bilimlere çok yakın duruyorlarsa, edebiyat ya da plastik sanatları düşünelim. *Paradise Lost*'u bir Copernicus'çü evren içine oturtmakta Milton'un başarısızlığı, onun Ptoleme ile uyuştuğunu göstermez, bilimin yapacağından daha başka şeylere sahip olduğunu ortaya koyar onun.

Seçme ölçütlerinin, kurallar gibi tamam olmadıklarında de-

gerler gibi işlev gösterebileceklerini tanımanın birçok çarpıcı üstünlükleri vardır sanırım. İlkin, daha önce de uzun uzadıya belirttiğim gibi, geleneğin aykırılık ya da giderek us-dışılık gibi gördüğü bilimsel davranış görünümlerini açıklar o. Daha önemlisi, standart ölçütlere, kuram seçiminin ilk evrelerinde, çok gerekli oldukları, ama, geleneksel bakış açısına göre kötü işlev gösterdikleri ya da hiç işlemedikleri dönemlerde, tam olarak işlev gösterme olanağını verir. Copernicus, Güneş-merkezli astronomiyi toptan kavramsal bir şemadan gezegensel konumu önden bildiren matematiksel makinaya çevirmek için gerekli yıllar içinde onlara yanıt veriyordu. Bu gibi öndeyiler astronomların değer verdikleri şeylerdi; bunlar olmasaydı, Copernicus'ün dinlenileceği kuşkuludur; bu, daha önce, devinen yeryüzü fikrinin başına gelmiş olanlar gibi bir şeydir. Kendi versiyonunun pek az kişiyi inandırmış olması; onun, eğer Güneş-Merkezcilik dizgesi yaşamını sürdürüp gidecektiyse hesaplamaların dayanması gereken temelin bilgisini edinmesi yanında daha az önemlidir. Kepler ile Galileo'nun Copernicus dizgesine niçin erkenden dönmüş olduklarını açıklamak üzere kişisel yapıya başvurulmak gerekse de, onu geliştirmek için gösterdikleri çabalarla doldurulmuş olan boşluklar, yalnızca ortaklaşa değerlerle açıklanmıştı.

Bu sorunun doğal bir sonucu vardır ki daha da önemli olabilir. Çok yenilerde önerilmiş kuramlar yaşamlarını sürdüremektedir. Kendilerine yol açan güçlükler, genellikle daha geleneksel yollarla açıklanmaktadır. Böyle bir durum olmadığında bile, kuramsal ve deneysel olmak üzere birçok çalışma gerekmektedir genelde yeni kuram çok yaygın bir kanı yaratacak denli yeterli doğruluk ve etkinlik alanı sergilemeden önce. Kısacası, grup kabul etmeden önce, kimileri kendi içinde, kimileri de geleneksel rakibi içinde olmak üzere, birçok insanın araştırmasıyla yeni bir kuram zamanla testlenir. Böyle bir gelişme kipi aklı başında insanları uyuşmazlığa götüren bir karar sürecini *gerektirir* ve böyle bir uyuşmazlık da genelde filozofların aramış oldukları ortaklaşa algoritma ile engellenir. El altında olsaydı o, onaylayıcı bütün bilim adamları, aynı zamanda aynı kararı alırlardı. Çok aşağıdan alınmış kabul standartlarıyla, çekici ve toplu bir bakış açısından ötekine giderlerdi, geleneksel

kurama eşdeğer çekicilikleri sağlama fırsatını vermezlerdi asla. Daha yüksekten tutulan standartlarla da ussallık ölçütünü yerine getiren hiçbir kimse yeni kuramın gücünü denemeye, onun yararlılığını göstermiş olan ya da doğruluğu ile etkinlik alanını sergilemiş olan yollarda, onu eklemlemeye eğilim göstermezdi. Değişiklikten sonra bilimin sürüp gideceğinden ben kuşkulanırım. Bir bakış açısından kural gibi düşünülen seçme ölçütlerinin gevşekliği ve yetersizliği gibi görünebilen şey, aynı ölçütler, değer(ler) gibi görüldüklerinde, yenilik getirilmesinin ya da desteklenmesinin sonunda her zaman görülen tehlikenin yayılmasında gerekli araçlar gibi karşımıza çıkarlar.

Buraya dek beni izlemiş olanlar da betimlemiş olduğum türden bir değer-temelli girişimin, bilimin yapmış olduğu gibi, öndeyi ve denetim için durmadan güçlü ve yeni teknikler ortaya çıkararak, nasıl ilerleyebildiğini öğrenmek isteyecektir elbet. Ne çare ki, benim bu soruya hiçbir yanıtım yok; ama, başka bir yolla şöyle diyebilirim yalnız: Tümevarım sorununu çözmüş olma savında değilim ben. Bilim, paylaşılan ve bağlayıcı bir seçme algoritmalarıyla ilerlemişse eğer, başarısını açıklamakta da ben aynı derecede şaşkınlığa düşerdim. Boşluk benim içerden duyduğum bir boşluktur, ama bunun bulunması benim konumumu gelenekten ayrımlaştırmaz.

Ama her ne olursa olsun, bilimsel seçmeyi yönlendiren değer(ler) listemin, seçmeyi dikte eden kurallarla ilgili bir gelenek listesiyle, nerdeyse hiçbir ayrımın yapılamayacağı kertede özdeş olması bir rastlantı değildir. Filozofun kurallarının uygulanabildiği herhangi bir somut duruma göre, benim değerlerim de onun kuralları gibi işlev yapmaktadır, aynı seçimi ortaya koymaktadır. Herhangi bir tümevarım temellendirmesi, kuralların nasıl işlediği üstüne herhangi bir açıklama, benim değerlerime de eşit derecede uygulanacaktır. Şimdi de, kurallar yanlış olduğu için değil de, kural olarak özünden tamamlanmamış oldukları için, ortaklaşa kurallarla seçme yapma olanağı içinde bulunmayan bir durumu ele alalım. O zaman bireyler yine seçme yapmak ve, böyle yaparken de, kuralları (şimdi değerleri) izlemek zorundadırlar. Bu amaçla da yine her biri ilkin kuralları güçlendirmek zorundadır ve her biri de bunu âdeta değişik bir

yolla yapacaktır, hem de çeşitli yollarla tamamlanmış olan kuralların dikte ettiği karar, oybirliği içinde görünse bile. Eğer şimdi ayrıca, bireysel farklar normal bir eğri üzerinde dağılacak tarzda grubun yeterince büyük olduğunu varsayarsam, o zaman filozofun kuralla yapılan her seçmesini temellendiren herhangi bir kanıtlama, benim değer yoluyla yaptığım seçmeye de hemen uyarlanabilir olacaktır. Pek küçük bir grup ya da tarihsel dış baskıların aşırı derecede çarpıtıcı bir dağılımı, kanıtlamanın aktarılmasını önleyecektir elbette.[8] Ama bunlar, bilimsel ilerlemenin kendisinin sorunsallaştığı koşulların ta kendisidir. Öyleyse aktarım beklenemez.

Bireysel ayrımların anormal bir dağılımına ve tümevarım sorununa yapılan bu göndermeler, benim konumumu daha geleneksel görüşlere çok yakın gösterirse, sevinirim. Kuram seçimi bakımından, ayrıldığım noktaların büyük olduğunu hiç düşünmedim ve, başlangıçta aktarılan "yığın ruhbilimi" gibi suçlamalarla bu yüzden irkilmiştim. Ama şurası da kayda değerdir ki, konumlar tamamiyle özdeş değildir ve, bu amaçla, bir benzeşimin yararı dokunabilir. Sıvılar ile gazların birçok özellikleri, bütün moleküller aynı hızda devinirler varsayımıyla kinetik kurama dayanılarak açıklanabilir. Bu özellikler arasında, Boyle ve Charles yasası diye bilinen düzenlilikler vardır. Öbür belirgin özellikler, açık bir şekilde görülen buharlaşma, bu denli basit bir yolla

---

[8] Bu grup küçükse eğer, gelişigüzel dalgalanmalar üyelerinin tipik olmayan bir değer(ler) takımını paylaşmasıyla ve dolayısıyla, daha büyük ve daha temsil edici bir grupça yapılmış olacaklardan farklı seçimler yapmasıyla sonuçlanır daha olasılıkla. Dışsal çevre –düşünsel, ideolojik ya da ekonomik çevre– çok daha büyük grupların değer dizgesini dizgeli bir biçimde etkileyebilir ve bunun sonuçları, düşmanca değerleri olan toplumlara bilimsel girişimi sokmakta güçlükler taşıyabilir, ya da belki hatta bir zamanlar içinde gelişip serpildikleri toplumlarda o girişimin sonunu getirebilir. Bu alanda yine de büyük dikkat gerek. Bilimin uygulandığı çevredeki değişmeler de araştırma üzerinde verimli etkiler yapabilir. Sözgelimi tarihçiler, özel yeniliklerin niçin özel ülkelerde, örneğin Darwin'ciliğin Britanya'da, enerji korunumunun Almanya'da başlamış olduğunu ve başlangıçta niçin oransız bir biçimde izlenmiş olduğunu açıklamak için, sık sık, ulusal çevreler arasındaki ayrımlara başvururlar. Şimdilerde bilimsel görünen bir girişimin içinde gelişip serpildiği toplumsal çevrenin minimum gerekliliklerivle ilgili, özlü olarak bir şey bilmiyoruz.

açıklanamazlar. Bunları açıklayabilmek için, molekül hızlarının farklılaştığını, bunların rasgele dağıldıklarını, şansa dayalı yasalarla yönetildiklerini kabul etmek gerekir. Burada benim önermekte olduğum şey şudur: Kuram seçme de, aynı özellikleri, seçme yapması gereken bütün bilim adamlarına yükleyen bir kuramla sadece kısmen açıklanabilir. Genel olarak doğrulama diye bilinen sürecin temel yanları da, bilim adamı olarak kalırken de yine insanları birbirinden ayırt eden çizgilere başvurma yoluyla sadece anlaşılabilecektir. Bu gibi çizgilerin bulgulama süreci için yaşamsal olduğuna kesin gözüyle bakar gelenek; bu sebeple ve birdenbire felsefi sınırları bir yana atar. Kuram seçimini temellendirme ile ilgili felsefi açıdan ana sorunda bunların önemli işlevlerinin olabileceği, bilim adamlarının bugüne değin kesinlikle yadsıdıkları bir şeydir.

Söylenmek üzere geride kalanlar bir tür karışık sonsöz içinde toplanabilir. Açık ve seçik olmak kaygısıyla ve bir kitap yazmaktan çekinerek, bütün bu bildiri boyunca, başka yerde kendisine karşı ciddi kuşkular gösterdiğim yaşayabilirlik (viability) üstüne kimi kavramları ve deyişleri kullandım. İçinde böyle bir yol tuttuğum yapıtı bilen kimseler için, söylediklerimin üç yanını göstererek (ki bunlar, başka terimlerle ortaya çıkarıldıkta görüşlerimi daha iyi temsil edebilirlerdi) ve aynı zamanda, böyle bir yeniden ortaya koyuşun izlemesi gereken ana doğrultuları göstererek sözüme son veriyorum. Aklımdan geçirdiğim alanlar şunlar: Değer değişmezliği, öznellik ve yanlı iletişim. Benim bilimsel gelişme görüşlerim yeni ise –haklı olarak kuşkuyla karşılanabilecek bir konudur bu– kuram seçmeden çok, bu gibi alanlarda aranmalıdır benim gelenekten asıl ayrılışlarım.

Bütün bu bildiri boyunca örtülü olarak şunu varsaydım: Başlangıçta kaynakları ne olursa olsun, kuram seçme sırasında sergilenen ölçütler ya da değerler, ilk ve son kez olarak saptanmışlardır, bir kuramdan öbürüne geçişlere katılmalarıyla etkilenmezler. Kabaca konuşacak olursak, ama yalnızca kabaca, ben bunu gerçekten kabul ediyorum. İlgili değerler listesi kısa tutulursa (ben beş tane saydım, hiçbiri bağımsız değil) ve açıklanmaları bulanık bırakılırsa, doğruluk, etkinlik alanı ve verimlilik gibi değerler, bilimin süregen öznitelikleridir o zaman. Ne var

ki, hem bu değerlerin uygulanmasının ve, daha açık olarak, onlara yüklenen bağıl ağırlıkların zamanla ve ayrıca uygulama alanıyla görünür bir biçimde değiştiklerini söylemek için, birazcık tarih bilgisi gerekmektedir. Bundan başka, değerdeki bu değişikliklerin birçoğu, bilimsel kuramdaki özel değişmelerle birlikte olmuştur. Bilim adamlarının deneyimi, sergiledikleri değerler için hiçbir felsefi temellendirme sağlamamakla birlikte (bu türden bir temellendirme tümevarım sorununu çözecektir), bu değerler kısmen bu deneyimden öğrenilmiştir ve yalnız onunla evrilirler.

Konunun tümü daha çok incelemeyi gerektiriyor (tarihçiler genelde, bilimsel yöntemlere değilse de bilimsel değerlere kesin gözüyle bakıyorlar), ama birkaç saptama benim aklımdaki değişiklik türünü gösterecektir sanırım. Doğruluk ve sağınlık, bir değer olarak, zamanla artarak giden, hatta kimi zaman nitel olanın zararına, nicel ya da sayısal uyuşmayı bildiriyordu. Ama erken modern çağlardan önce, bu anlamdaki doğruluk, göksel bölgenin bilimi, astronomi için bir ölçüt idi sadece. Başka yerde o ne bekleniyordu, ne de aranıyordu. Ne var ki, onyedinci yüzyıl boyunca sayısal uyuşma ölçütü mekanik bilimine uzandı, onsekizinci ve erken ondokuzuncu yüzyıllarda kimyaya ve elektrik ve ısı gibi konulara ve bu yüzyılda da biyolojinin birçok bölümlerine yayıldı. İmdi, yararlılık üstüne düşünelim, benim ilk listemde yoktur bir değer olarak bu. Ama o da bilimsel gelişim içinde önemle yerini aldı; ama, sözgelişi, matematikçiler ve fizikçiler için olmaktan çok, kimyacılar için çok daha güçlü ve kolay bir biçimde. Şimdi de etkinlik alanı değerini ele alalım. O da yine önemli bir bilimsel değerdir, ama, önemli bilimsel ilerlemeler çoğu kez onun zararına gerçekleşmiştir ve seçme zamanlarında ona yüklenilen ağırlık azalmıştır buna karşılık.

Bu gibi değişikliklerle ilgili, özellikle cansıkıcı gelebilen şey, bu değişikliklerin genelde kuram değişikliği ertesinde olmasıdır elbette. Lavoisier'nin yeni kimyasına karşı çıkışlardan biri; daha önceleri kimyanın geleneksel hedeflerinden biri olmuş bulunan şeyin gerçekleşmesinin karşısına onun çıkarmış olduğu yol tıkayıcı molozlardı: Renk ve doku gibi niteliklerin açıklanması ve, aynca, bunların değişmeleri. Lavoisier kuramının kabulü ile bu

gibi açıklamalar bir süre için kimyacıların gözünde bir değer olmaktan çıkmıştı; nitel değişikliği açıklama yeteneği, artık kimya kuramı değerlendirmesiyle ilgili bir ölçüt değildi. Açık ve net olarak, eğer bu gibi değer değişiklikleri, ilgili oldukları kuramsal değişiklikler kadar hızlı gerçekleşti ve tamam oldu ise, o zaman kuram seçmesi de değer seçme olacaktır ve daha başka biri için bir temellendirme sağlamayacaktır. Ne var ki tarih açısından değer değişikliği olağan bir yolla, kuram seçmenin gecikmiş ve büyük ölçüde bilinç-dışı bir eş-zamanlısıdır ve birincisinin iriliği ikincisininkinden daha küçüktür her zaman. Burada değerlere yüklediğim işlevler için böyle bir bağıl kararlılık yeterli bir temel sağlar. Kuram değişmesinin, bu değişmeye yol açan değerleri etkilemesine olanak veren bir geri-besleme ilmiğinin bulunması, karar sürecini, herhangi bir zarar verici anlamda dairesel kılmaz.

Geleneğe başvurmanın yanlış yola saptırıcı olabileceği ikinci bir yaklaşımla ilgili olarak daha da çekinceli davranmam gerekiyor. Olağan bir dil filozofunun yeteneklerini istiyor ki, onlar da bende yok. Üstelik, bu bildiride, 'nesnellik' ve, daha genel olarak, 'öznellik' terimlerinin işlerlik gösterdiği yollarda bir sıkıntı yaratabilmek için, dile karşı çok duyarlı bir kulak da istenmemektedir. Dilin içinde kötü yola girdiğini sandığım bakış açılarına kısaca değinmek isterim. "Öznellik", birçok yerleşik kullanımı olan bir terimdir. Bunlardan birinde o "nesnel"e, başka birinde de "yargısal"a karşıttır. Benim öznel diye adlandırdığım kişisel çizgileri eleştirmenlerim betimledikleri zaman, sanırım yanlışlıkla, bu anlamların ikincisine başvuruyorlar. Bilimi nesnellikten yoksun bıraktığımdan yakındıklarında, bu ikinci öznel anlamını birincisi ile karıştırıyorlar.

"Öznel" teriminin bir standartlaşmış uygulaması da beğeni konularıyla ilgilidir ve anladığıma göre eleştirmenlerim, kuram seçme konusunda benim böyle bir şey yapmış olduğumu varsaymaktadırlar. Ama bu yolu tutunca, Kant'tan bu yana standart bir ayrımı gözden kaçırmaktadırlar. Yine tartışılmakta olan anlamda, öznel olan duyum bildirileri gibi beğeni konuları da tartışılmaz niteliktedir. Varsayalım ki, bir western filmi seyrettikten sonra bir arkadaşla sinemadan ayrılırken, şöyle hayranlığımı

belli ediyorum: "Bu müthiş medarı maişet motoru yapıttan nasıl da hoşlandım!" Eğer arkadaşım filmden hoşlanmadıysa, beğenimin kötü olduğunu söyleyebilir; bu koşullar altında, benim kolayca kabul edeceğim bir konudur bu. Ama, yalnız, yalan söylediğimi söyleme dışında, filmden hoşlanmış olduğum bildirisini uyuşmazlık gibi gösteremez ya da tepkimle ilgili olarak söylediğim şeyin yanlış olduğuna beni kandırmaya çalışır. Saptamamda tartışılabilir olan nokta, benim iç durumumun belirginleştirilmesi, beğeni örneklemem değildir, daha çok, filmin bir medarı maişet motoru olduğunu anlatan *yargımdır*. Arkadaşım bu noktada benimle aynı fikirde olmazsa, bütün gece tartışabiliriz, her birimiz filmi daha önce gördüğümüz iyi ya da büyük filmlerle karşılaştırırız, her birimiz örtülü ya da belirtik bir biçimde, sinematik değeri, kendi estetiğine göre yargılama ile ilgili bir şeyler ortaya koyar. İkimizden biri ayrılmadan önce ötekini ikna etmiş olsa da aramızdaki ayrımın beğeni değil de bir yargı ayrımı olduğunu tanıtlamak için, böyle davranmaya gerek duymaz.

Değerlendirmeleri ya da kuram seçmelerinin tamtamına böyle bir karakteri vardır sanırım. Bilim adamları hiçbir zaman şu ve bu kuramdan hoşlanıyorum ya da hoşlanmıyorum demez hemen. 1926'dan sonra Einstein kuvantum kuramına karşı oluşu üstüne bundan biraz öteye bir şey söylemişti. Ama bilim adamlarından her zaman seçmelerini açıklamaları, yargılarının temellerini ortaya koymaları istenebilir. Bu türden yargılar son derece tartışmaya yatkındır ve yargılarını tartışmayı reddeden insan da ciddiye alınmayı bekleyemez. Kimi zaman bilimsel beğenili liderler çıksa da, onların varoluşu kuralı tanıtlama doğrultusundadır. Einstein bu çok az insanlardan biriydi, ve daha sonraki yaşamında bilimsel topluluktan giderek daha çok yalnızlaşması, kuram seçiminde kendi başına beğeninin nasıl çok sınırlı bir rol oynadığını göstermektedir. Einstein'dan farklı olarak Bohr yargılarının temelini tartışmıştır ve başarılı olmuştur. Eleştirmenlerim "öznel" terimini yargısal'a karşıt bir anlamda kullanırlarsa –böylece kuram seçmeyi tartışılamayan bir konu, bir beğeni konusu yaptığımı söyleyerek– benim konumum üzerinde ciddi yanlışa düşmüşlerdir.

Şimdi de "öznellik"in "nesnellik"e karşıt olduğu anlama dönelim ve ilk ağızda onun, az önce tartışılanlardan çok farklı sorunlar ortaya koyduğunu belirtelim. Beğeni ister düşük ister incelmiş olsun, ben yalan söylemedikçe, filmden hoşlandığımı bildirmem nesneldir. Ama, filmin medarı maişet motoru bir yapıt olduğu yargıma, nesnel-öznel ayrımı hiç de uygulanamaz, en azından açıktan açığa ve doğrudan doğruya uygulanamaz. Eleştirmenlerim kuram seçmesini nesnellikten yoksun bıraktığımı söylediklerinde, çok farklı bir öznel anlamına başvurmakta olmalılar bu yüzden; kişisel eğilimin, kişisel hoşlanmanın ya da hoşlanmamanın gerçek olgular yerine ya da karşısında işlev gösterdiği bir anma, diyeceğim. Ne var ki, öznel'in bu anlamı, benim birincisinden biraz daha iyi betimlemiş olduğum sürece uygun düşmez. Bireysel özyaşama ve kişiliğe bağlı kalan etkenlerin değerleri uygulanabilir kılmak için işe karıştırıldığı yerde, hiçbir olgusallık ya da edimsellik standardı bir yana konamaz. Anlaşılan, benim kuram seçme ile ilgili tartışmam, nesnelliğin kimi sınırlamalarını göstermektedir; ama, bunu öznel denilen öğeleri gerektiği gibi ortaya koymak yoluyla yapmaz. Öte yandan, sergilemekte olduğum şeylerin sınırlamalar oldukları duygusuyla da yine benim başım pek hoş değil. Nesnellik, doğruluk ve tutarlılık gibi ölçütler çerçevesinde çözümlenebilmelidir. Bu ölçütler, alışkın olduğumuz biçimde kendilerinden beklediğimiz kılavuzluğu tümüyle sağlamıyorsa eğer, o zaman benim tanıtlamamın gösterdiği şeyin, nesnelliğin sınırlarından çok onun anlamı olduğu söylenebilir.

Sözü bağlarken, bir üçüncü konuya, ya da bu bildirinin içinde yeniden ortaya atılmak gerektiği, bir konular takımına dönelim. Kuram seçmesini kuşatan tartışmaların sorunsal olmadıklarını, bu gibi tartışmalarda kendilerine başvurulan olguların kuramdan bağımsız olduklarını ve bu tartışmaların vardığı sonucun uygun bir biçimde bir seçme diye adlandırıldığını bütün bütüne kabul etmiştim. Başka bir yerde bu iddiaların üçünün de karşısına çıkmıştım; farklı kuramların yandaşları arasındaki iletişimin kaçınılmaz bir biçimde yanlı olduğunu, her birinin olgular diye gördüğü şeyin kısmen kendisinin katıldığı kurama bağlı bulunduğunu ve kuramdan kurama bireysel bir bağlılık ak-

tanımının çoğun bir seçme'den çok bir dönüşme diye betimlendiğini ileri sürmüştüm. Bütün bu savlar tartışmalı olduğu kadar sorunsal olsalar da, bunlara benim bağlılığımda bir azalma olmamıştır. Şimdi onları savunmayacağım ama, en azından, burada benim söylediğim şeyin, bilimsel gelişme ile ilgili görüşümün o daha temelli yanlarıyla uyuşmak üzere nasıl ayarlanabileceğini göstermeye çalışacağım.

Bu amaçla, başka bir yerde geliştirmiş olduğum bir benzeşime başvuracağım. Farklı kuramları tutanların farklı dilleri konuşan *insanlar gibi* olduklarını öne sürmüştüm. Bu *gibi kimseler* arasında iletişim, çeviri yoluyla yürütülür ve çevirilerin bilinen bütün güçlüklerini ortaya koyar. Bu benzeşme tamam sayılmaz elbette, çünkü iki kuramın sözlüğü özdeş olabilir ve birçok sözcük de her ikisinde aynı yollarla işlev görebilir. Ne var ki, iki kuramın kuramsal sözlüklerinde olduğu gibi temel sözlüğünde de kimi sözcükler –"yıldız" ve "gezegen", "karışım" ve "bileşim", "kuvvet" ve "madde" gibi sözcükler– farklı bir biçimde işlev gösterirler. Bu ayrımlar beklenmedik niteliktedirler ve, olsa olsa ancak, yinelenen iletişim deneyiminin çözümlenmesiyle bulunup belirlenebilirler. Konuyu daha çok uzatmaksızın söyleyeyim, farklı kuramların yandaşlarının birbirine iletecekleri şeyler üzerinde önemli sınırların varoluşunu öne süreceğim hemen. Aynı sınırlar, bir şey için, her iki kuramı akılda birlikte tutmayı ve onları birbiriyle ve doğayla noktası noktasına karşılaştırmayı güçleştirirler ya da daha çok olasılık dışına atarlar. Ne var ki, bu türden *bir karşılaştırma 'seçme' gibi* bir sözcüğün doğruluk ve uygunluğunun bağlı olduğu süreçtir.

Gelgelelim, iletişimlerinin tam olmamasına karşın, farklı kuramları tutan kişiler, her kuramın içinde uygulayıcı olanlarca gerçekleşebilecek somut teknik sonuçları birbirlerine, her zaman kolayca olmasa da, yine sergileyebilirler. En azından, kimi ölçütleri bu sonuçlara uygulayabilmek için çok az çevirme (ya da hiç) gerekmektedir. (Doğruluk ve verimlilik doğrudan doğruya en çok uygulanabilenlerdir, arkalarından belki etkinlik alanı gelmektedir. Tutarlılık ve yalınlık, çok daha sorunsaldır.) Yeni kuram, geleneği tutanlara ne denli anlaşılmaz gelirse gelsin, etkileyici somut sonuçların sergilenmesi, en azından onlardan bir-

kaçını, böylesi sonuçların nasıl gerçekleştiklerini anlamak zorunda olduklarına inandıracaktır. Bu amaçla, onlar çeviri yapmayı öğrenmek zorundadırlar, ya Rosetta taşı* gibi daha önce yayınlanmış bildirileri inceleme ya da, çoğun daha etkili olarak, yenilikçiyi ziyaret etme, kendisiyle konuşma, işbaşında kendisini ve öğrencilerini gözleme yoluyla. Bu açılmalar, yeni bir kuramın benimsenmesiyle sonuçlanmayabilir; geleneğin kimi savunucuları, eski yuvalarına dönebilirler ve eski kuramı eşdeğer sonuçlar vermeye ayarlayabilirler. Buna karşılık başkaları da, yeni kuram sürüp gidecekse eğer, dil öğrenme sürecinin bir noktasında çeviri yapmaktan çıktıklarını ve bunun yerine bir yerli kişi gibi dili konuşmaya başladıklarını anlayacaklardır. Tıpkısını seçme gibi bir süreç hiç görülmemiştir, ama onlar yine de yeni bir kuramı uygulamaktadırlar. Dahası da, geçirdikleri dönüşümü göze almaya onları iten etkenler; bu bildirinin tartışma içinde âdeta farklı bir süreç diye altını çizdiği süreçlerdir, diyeceğim, felsefi geleneğe göre, onun kuram seçme diye etiketlediği süreçtir, doğrusu.

* Rosetta Stone: 1799'da bulunan Mısır hiyeroglif yazısının çözümünde ipucu sağlayan, siyah bazalt taş (ç.n.).

14

Bilim ve Sanat Arasındaki Bağıntılar Üstüne Yorum

Comparative Studies in Society and History 11 (1969): 403-12.

İlerde görülecek sebeplerden dolayı Prof. Ackerman ile Kubler'in sundukları biçimiyle öncü-sanat sorunu, hiç umulmadık ve, galiba, çok yararlı yollarla ilgimi çekmişti. Ne var ki, hem yetki sorunu dolayısıyla ve hem de görevimin öz-yapısından ötürü, bu saptamalarım her şeyden önce Prof. Hafner'in bilim ile sanat arasında yaptığı yakınlaştırmayla ilgilidir. Şimdi artık fizik bilimi tarihine büsbütün bağlanmış eski bir fizikçi olarak ben, iki kutup gözüyle bakmaya alışmış olduğum bu iki girişim arasında, sıkı ve kalıcı koşutluklar bulduğumu çok iyi anımsamaktayım. Bu bulgulamanın gecikmiş bir ürünü de, çalışmalarıma yardımcı olan arkadaşlarımın gönderme yapmış oldukları, *Bilimsel Devrim Üstüne* olan kitabımdır. Bilimlerde gelişim örüntülerini ya da yaratıcı yenilikçiliğin yapısını tartışan bu kitap, birbiriyle yarışmakta olan okullar ile birbiriyle karşılaştırılamayan geleneklerin, değişen değer ölçütlerinin ve değişikliğe uğrayan algılama kiplerinin rolü gibi konuları ele almaktadır. Gerçi bu türden konular uzun süreden beri sanat tarihçisi için esas olmuştur ama, bilim tarihi ile ilgili yazılarda çok az karşılaşılmaktadır. Dolayısıyla, bunları bilimin özeği durumuna getiren bu kitabın, en azından kuvvetli bir içerme ile, sanatın, sözgelimi, değer dünyası ile olgu dünyası, öznel ile nesnel, sezgisel ile tümevarımsal arasındaki klâsik ikili çatallanmaların uygulanmasıyla, bilimden kolayca ayırt edilebileceğini yadsımasında, şaşılacak

bir şey yoktur herhalde. Aynı doğrultuların çoğuna yönelik olan Gombrich'in yapıtı, benim için büyük bir yüreklenme kaynağı oluşturmuştur, ama Hafner'in denemesi için de aynı şey söylenebilir. Bu koşullar altında, onun şu büyük vargısına katılıyorum açıkça: "Sanatçıyı bilimi adamından ne denli dikkatle ayırt etmeye çalışırsak, işimiz de o denli güçleşir." Bu anlatımın, benim kendi deneyimimi açıkladığı da su götürmez.

Ne var ki, Hafner'den farklı olarak ben bu deneyimi cansıkıcı ve sonucu da yersiz bulmaktayım. Sanatçı ile bilim adamı arasındaki ya da ürünleri arasındaki ayrım, en ince çözümleme aygıtımızı da ortaya koyarak özel bir özen gösterdiğimizde yalnız, gözümüzden kaçıyormuş gibi görünüyor kesinlikle. Ne denli eğitilmiş olsa da, Hafner'in kimi örneklerinde olduğu gibi, dikkatle seçilmiş nesneler normal bağlamlarından çıkarıldıkları ve dizgeli bir biçimde yanlış yola saptıran bir bağlama yerleştirildikleri zaman dışında, dikkatsiz bir gözlemcinin böyle güçlükleri olmaz. *Dikkatli* çözümleme sanat ile bilimi bu denli akıl almayacak kertede birbirine benzer kılıyorsa; bu, onların içsel benzerliğinden değil, daha çok dikkatli araştırmada kullandığımız araçların başarısızlığından ileri gelir. Başka yerde uzun uzadıya açıklamış olduğum kanıtları burada yineleyecek yerim olmadığı için, sadece kendi kanımı belirteceğim: Ayırt etme sorunu bugün çok gerçektir, hata bizim araçlarımızdan ileri gelmektedir ve bir seçenekli takıma ivedilikle gereksinimi vardır. Dikkatli çözümleme apaçık olanı sergileyebilmelidir: Diyeceğim, bilim ile sanatın çok farklı girişimler olduğunu ya da en azından son bir buçuk yüzyıl içinde böyle olduğunu ortaya koyabilmelidir. Bunun nasıl başarılabileceği konusunda açık bir fikrim yok benim henüz (yukarda adı geçen kitabın son bölümü bu güçlükleri göstermektedir), ama, Hafner'in bildirisi uzun süredir aranmakta olan kimi ipuçları sağlamaktadır. Bilim ile sanat arasında görmüş olduğu koşutluklar, en çok üç alandan gelmektedir: Bilim adamı ile sanatçının ürünleri, bu ürünleri yaratan etkinlikler ve, son olarak, bunlara kamunun göstermiş olduğu karşılık gibi. Ben, tam dizgeli bir düzen içinde olmasa da, anlaşılması hâlâ güç olan bu ayırt-etme sorununa giriş noktaları bulma umuduyla, işte bu üç alan üzerinde yorumda bulunacağım; bu, ikimizin de

üzerinde durduğu bir sorundur; ama, karşısında koymuş olduğumuz tavırlar çok farklı niteliktedir.

Ürünlerin koşutluğu bakımından daha önce de bir güçlük saptanmış bulunuyordu. Hafner'in büyüleyici örneklerinde yanyana konan bilimsel ve sanatsal yapıt örnekleri, elde bulunan gerecin çok kısıtlı dizisinden alınmıştır. Sözgelişi, onun gönderme yapmış olduğu, nerdeyse tüm bilimsel örneklemeler, organik ve inorganik maddelerin fotomikro çekimleridirler. Bu denli çarpıcı koşutlukların her nasılsa sergilenmesi, elbette, ne onun ne de benim değinmeye hazırlıklı olduğumuz, önemli etki sorunları doğurmaktadır. Ama birbirini etkileyebilmek için, girişimlerin benzer olmasına gerek yoktur; özdeki benzerlik durumu, daha az dizgeli olarak seçilen örnek(ler) grubundan yararlanabilir.

Daha aydınlatıcı bir güçlük, koşut örneklemelerin sergilendiği yapay bağlamdan doğmaktadır. Bunların hepsi, aynı nedenden dolayı, sanat yapıtı gibi gösterilmiştir; bu olgu da onların her birinin kendi girişiminin "ürünü" diye etiketlenebildiği, duyumlar arasındaki ayrımı büyük ölçüde karanlıklaştırmaktadır. Ne denli tipsiz ve ne denli yetkinlikten uzak olsa da, resim(ler) sanat etkinliğinin amaç-ürünüdür. Ressamın üretmeyi amaçladığı nesne türleridir ve onun ün salması da bunların çekiciliğinin bir işlevidir. Öte yandan, bilimsel resimlemeler (illustration) olsa olsa bilimsel etkinliğin yan-ürünleridir en çok. Genel olarak, araştırmalarına veriler sağlayan bilim adamlarınca değil, teknisyenlerce yapılırlar ve kimi zaman da çözümlenirler. Sonra, araştırma sonucu bir kez yayınlandı mı, özgün resimler yok bile edilebilir. Hafner'in çarpıcı koşutluklarında, sanatın amaç-ürünü, bir bilim aracıyla yanyana konmuştu. Bu ürünün laboratuvardan sergilemeye geçişi sırasında amaçlar ile araçlar bağlam değiştirirler.

Sanatta ve bilimde matematiksel kavramların ve ölçütlerin birbiriyle açıkça koşut olan kullanımları incelendiğinde, buna bağlı çok sıkı bir güçlük kendini gösterir. Hafner'in de vurgulamış olduğu gibi, simgesel anlatımdaki yalınlık, incelik ve bakışımlılık ve ayrıca matematiksel estetik biçimlerle ilgili görüşler, her iki disiplinde de önemli rol oynamaktadır kuşkusuz. Ama,

sanatlarda estetik kendi başına yapıtın amacı, ereğidir. Bilimlerde ise, olsa olsa yine en çok bir araç olur. Başka yönlerden birbirine benzer kuramlar arasında bir seçme ölçütü; ya da, içinden çıkılması güç, teknik bir bulmacanın çözümüne bir anahtar aratan imgeleme bir kılavuz olur. O yalnız bulmacayı çözdüğünde, yalnız bilim adamının estetiği doğanınkiyle bir örtüşme göstermeye başladığında, bilimin ilerlemesinde bir rol oynar. Bilimlerde estetik çok seyrek olarak kendi başına erek olur ve hiçbir zaman da birincil erek olmaz.

Bir örnek, konunun önemini belirginleştirebilir. Eski ve yeni Orta Çağ astronomları dairenin estetiksel yetkinliğiyle bağlanmış bulunuyordu ve bilim alanında elips bir rol oynamaya başlamadan önce Yeniden-Doğuş'un yeni uzay görüşleri bu yüzden gerekli oluyordu derler. Bu saptama büsbütün yanlış sayılmaz. Ama, geç onyedinci yüzyıldan önce hiçbir estetiksel değişiklik elipsi astronomi için önemli kılamamıştır. Güzelliği ne olursa olsun, dayanağı merkezdeki yer kütlesi olan astronomi kuramlarında bu şeklin hiçbir yararı olmamıştır. Yalnız Copernicus Güneşi evrenin merkezine oturttuktan sonra, elips bir astronomi sorununun çözülmesine yardımcı olabilmiştir ve bundan yararlanmış olan Kepler, Copernicus'çülüğe dönmüş olan matematik bilgisi güçlü kimselerin en başında gelir. Olanak ile onun gerçekleşmesi arasında bir gecikme süreci olmaz. Kepler'in doğada Pythagoras'çı matematiksel uyumlar görüşü, elips biçimindeki dolancaların doğaya uygun olduğu bulgulamasında araçsal bir değer taşıyordu kuşkusuz. Ama, sadece araçsaldı bu da: İvedi bir teknik bulmacanın çözümü, diyeceğim, Mars'ın gözlemlenen deviniminin betimlenmesi için tam zamanında gelmiş, tam isabetli bir araçtı.

Bilim ile sanatın benzerliğini yeni bir içe doğuş gibi gören Hafner ile benim gibi kimseler, sanatçının da bilim adamı gibi zanaatının sürdürülmesinde çözülmüş olması gereken ve sürüp giden teknik sorunlarla karşılaştığını vurgulamaya ilgi göstermişlerdir. Daha da ötesi, biz bilim adamının da sanatçı gibi estetik kaygılarla yönlendiği ve yerleşik algılama kipleriyle yönetildiğini de vurgulamak isteriz. Bu koşutlukların da yine hem altını çizmeli ve hem de geliştirmelidir. Bilimle sanatı sanki bir tek

şeymiş gibi görmenin kazançlarını daha yeni anlamaya başlamış bulunuyoruz. Ne var ki, koşutluklar üstüne dıştalayıcı bir vurgulama, yaşamsal bir ayrımı karanlıkta bırakabilir. "Estetik" terimi ne anlama gelirse gelsin, sanatçının ereği estetiksel nesneler üretmektir; teknik bulmacalar, onun bu nesneleri üretebilmek için çözmek zorunda kaldığı şeylerdir. Öte yandan bilim adamları için, çözülmüş teknik bulmacalar erektir ve estetik de buna erişmenin bir aracıdır. İster ürünler dünyasında ister etkinlikler dünyasında olsun, sanatçı için erek olan şey, bilim adamı için araç olur ve bunun tersi de geçerlidir. Bu bağlam değişimi, ayrıca, daha büyük başka bir önemli değişiklikliğe de işaret eder – yeteneksel özdeşliğin kamusal ve özel, belirtik ve eklemlenmemiş bileşenleri arasındaki değişime. Bilimsel bir topluluk üyeleri hem kendilerine göre ve hem de kamuya göre, bir sorun çözüm(leri) takımını birlikte paylaşırlar; buna karşılık yayınlanmış yapıtlarından çoğun güçlükle çıkarılabilen estetik tepkileri ve araştırma biçemleri, büyük ölçüde kişisel ve değişik olur. Sanatlar üstüne bir genelleme yapmaya yetkim yok ama, bir sanat okulu üyelerinin daha çok biçem ve estetiği paylaştıkları ve onunla özdeşleştiklerinde bir anlam; diyeceğim, gruplarının iç bağlılığının bir belirleyicisi olarak aralarında paylaşılan sorun çözümlemelerinden önce gelen bir anlam yok mudur?

Şimdi Hafner'in koşutluklarından bir başkasına, kamusal tepkiye bakalım. Geniş ölçüde yaygınlaşmış kitlece yabancılaşma (etrangement) hem bilime ve hem de sanata gösterilen çağdaş tepkinin bir karakteristiğidir. Bu tepki çoğun benzer terimlerle dile getirilir. Ama açıklık sağlayan ayrımlar da bulunmaktadır. Yaşadıkları çağın bilimini yukardan bakarak reddeden kimseler, beş yaşındaki çocuklarının da bu kadarını yapabileceklerini söyleyemez. Günümüzde, bilim adamlarınca en çok beğenilen etkinlikten kaynaklanan şeyin, gerçekte hiç de bilim olmadığını, daha çok oyun (hile) olduğunu da ilan etmezler. Bilimler için, Hafner'in denemesinin ilk ele aldığı çizgi-resmin açık bir eşdeğerlisini düşünmek çok zordur. Bu ayrımlar daha genel olarak anlatılabilir. Kısmen sadece iç sıkıntısından türemiş olan, bilimin halkça reddedilişi, bir türden olarak girişimin reddedilmesidir aslında. "Bilimden hoşlanmıyorum!" Buna karşılık,

sanatın halkça reddedilişi ise, bir devinimin bir başkası adına reddedilmesidir: "Modern sanat hiç de gerçek sanat değildir; benim tanıyabileceğim konuları olan resimler verin bana."

Tepkide gösterilen bu farklı doğrultular, kamunun sanat ve bilimle bağıntısında daha köklü bir ayrıma işaret eder. Her iki girişim de, eninde sonunda, destek bakımından, kamuya bağlı bulunmaktadır. Kamu, doğrudan ya da seçilmiş kurumlar aracılığıyla, hem sanat ve hem de bilimin teknolojik ürünlerinin bir tüketicisidir. Ne ki, yalnız sanat için vardır tüketici topluluğu; bilim için yoktur. Bana kalırsa, *Scientific American* dergisinin bile asıl okuyucuları bilim adamlarıyla mühendislerdir. Bilim adamları bilimin okuyucu topluluğunu oluşturur ve, özel bir uzmanlıktaki insan için, ilgili tüketici topluluğu daha da küçüktür, uzmanlığın öbür uygulayıcılarından ibarettir. Onlar bu çalışmaya yalnızca eleştirel bir gözle bakarlar ve onun meslekte daha ileriye gitmesini sadece onların değerlendirmeleri etkiler. Mesleki çalışma için daha geniş bir tüketici topluluğu arayan bilim adamları, meslektaşlarınca küçük görülürler. Gerçi sanatçılar da elbet birbirinin yapıtlarını değerlendirirler. Ama, Ackerman'ın işaret ettiği gibi, meslek uygulayıcılarının küçük bir grubu sadece, yenilik getiren kişiye bütün kamuoyunun ve meslektaş sanatçıların çoğunun ortak mahkûmiyetine karşı destek sağlar. Ama birçok kimse, yenilikçinin çalışmasını köklü bir biçimde inceler ve onun meslek başarısı hem bu köklü incelemeye ve hem de eleştirmenlerin, galerilerin ve müzelerin gösterdikleri tepkiye bağlıdır; bunlardan hiçbirinin bilim yaşamında bir koşutu yoktur. Sanatçı, bu kurumlara ister değer versin isterse reddetsin, reddedilmesindeki şiddetin bazen göstermiş olduğu gibi, o bunların varlığından yaşamsal bir biçimde etkilenir. Sanat özü bakımından başkasına-yönelik bir girişimdir âdeta, bilim ise belli bir ölçüde böyle değildir.

Hem tüketici topluluğundaki ve hem de amaçlar ile yolların özdeşliğindeki bu görüş ayrılıkları, bu noktada, bilim ile sanat arasındaki ayrımların daha merkezi ve önemli bir gruplaşmasının yalıtık belirtileri olarak sadece çıkarsanmış bulunmaktadırlar. Son çözümlemede bu daha derin görüş ayrılıklarını tanılamak ve belirtilerin doğrudan doğruya bunlardan doğduğunu

göstermek olanağı bulunacaktır. Şimdilik ben bu türden bir şeye girişecek denli hazırlıklı değilim, çünkü bir etkinlik olarak sanat üstüne çok az bilgi vardır. Ama buraya değin incelenmiş belirtilerin aralarında nasıl bağlandıklarını ve daha başka ayrım belirtilerine nasıl bağlandıklarını söyleyebilirim. Onları bir örüntünün parçaları gibi görme, sorunumuzun gelecekteki işlenmesinin eklemleştirip belirtik kılacağı şeyi bir çırpıda anlamamıza olanak verebilir.

Bu amaçla, hem Ackerman'ın ve hem de benim daha önce gönderme yaptığımız, bilim adamları ile sanatçılar arasındaki bir ayrımı, onların kendi disiplinlerinin geçmişine karşı keskin bir biçimde birbirinden ayrılan yanıtlarını ele alıp anımsayalım. Çağdaşları onlara değişik bir duyarlıkla yönelmiş olsalar da sanatçı etkinliğin geçmişteki ürünleri sanat sahnesinin yine de yaşamsal kesimleridirler. Picasso'nun başarısı Rembrandt'ın resimlerini müzelerin depo mahzenlerine sürüp göndermez. Yakın ve uzak geçmişin başyapıtları, kamu beğenisinin oluşturulmasında ve birçok sanatçının kendi zanaatlarına giriş yapabilmesinde hâlâ yaşamsal bir rol oynamaktadır. Dahası bu rol, ne sanatçının ne de tüketicisinin aynı başyapıtları çağdaş etkinliğin yasal ürünleri diye kabul etmeyişiyle de garip bir biçimde, nedense hiç değişmez. Sanatla bilim arasındaki zıtlık hiçbir alanda daha açık görülemez. Bilimle ilgili ders kitapları eski kahramanların adları ve hatta bazan resimleriyle donatılmıştır; ama eski bilimsel yapıtları yalnız tarihçiler okur. Bilim alanında açılmış olan yeni çığır, bir bilim kitaplığındaki etkin konumlarından, zamanını doldurmuş kitapların ve gazetelerin ansızın alınıp bir depoya işe yaramaz diye atılmasına yol açar. Bilimsel müzelerde çok az bilim adamı görülür; bunların işlevi, her ne olursa olsun, zanaatı zihinlere yerleştirmek ya da kamunun beğenisini aydınlatıp geliştirmek değil, bilime yandaş toplamak ve kimilerini anıtlaştırmaktır. Bilim, sanattan farklı olarak, kendi geçmişini yıkar durur.

Ne var ki, Ackerman'ın da belirtmiş olduğu gibi, sanatçılarla tüketici toplulukları arasındaki o ince kaynaşma, çağdaş yenilikler aracılığıyla değil, geçmişteki geleneklerin ürünleri aracılığıyla dolayımlaşmıştır genelde. Yenilikleri bir ya da daha çok

kuşak gerilетip erteleyen, müzelerin ve (kurum olarak) benzeri kuruluşların işlevi olmuştur genellikle. Ackerman'ın da belirtmiş olduğu gibi, bu gecikme süresinin giderilmesi –diyeceğim, öbür sanatçıların onaylamasından önce kendi adına yeniliklerin kabul edilmesi– sanatsal girişimin kendi başkaldırısıdır. Benim hem akla yatkın ve hem de çekici bulduğum bu görüşe göre, sanattaki gelişim, üyelerinin sanat yaratmadığı ve beğenilerinin de yeniliklere direnen kurumlarca oluşturulduğu bir tüketici topluluğunun varlığıyla şekillenir kimi temel bakımlardan. Bilim alanında böyle bir tüketici topluluğunun bulunmayışının bir nedeni (ve bir tüketici topluluğu yaratmanın böylesine zor olmasının nedeni), bana kalırsa, müze gibi birşeyler arasında dolayım kuran kurumların bilim adamının mesleki yaşamında hiçbir işlevi olmamasıdır. Onun kamu ile kaynaşmayı sürdürmesine olanak veren ürünler, kimi zaman yalnız bir kuşak eskimiş olsa da henüz, bilim adamı için artık ölü ve işi bitmiş sayılır.

Tüketici topluluğu sorununun bir ikinci yanı daha vardır; ama, belirti ilişkileri örüntüsünün başka bir parçasını ilkin işlemek yerinde olacaktır. Sanatçı için asıl olan Müze, bilim adamı için niçin işlevsiz olmakta? Sanırım bunun yanıtı, onların ereklerindeki daha önce tartışmış olduğumuz ayrımla ilgilidir; ama kanıtlamanın yaşamsal bir öğesi bende yok. Bilmeyi gereksindiğim ve şimdiye değin bulamadığım şey, estetik başarısı dolayısı ile eski bir başyapıtı beğendiği halde, aynı zamanda, onunla aynı tarzda kendi resmini yapmanın bir sanatçı amentüsünün temel hükümlerini çiğnemek olacağını kabul ederken, sanatçının kendi kendisine ne dediğidir. Ben sözgelişi, Rembrandt'ın yapıtlarını yaşayan sanat olarak gören; buna karşılık, Rembrandt'ınkinden (ya da onun okulundan olanlarınkinden) sadece bilimsel araştırmayla iyice ayırt edilebilenleri sahte yapıtlar diye reddeden bir davranışı, belki sadece tanıyabilir ve değerlendirebilirim, ama içime sindiremem ya da anlayamam; ('sahte' sözcüğünün bu bağlama aktarılması ilginçtir; çünkü, hafifçe zorlanmıştır.) Bilimlerde bu gibi sorunlar bulunmaz ve sahtekârlık, asıl anlamı dışında, buna karşılık, düşünülemez bir şeydir. Sözgelişi, bilim adamı, yapıtı Galileo ya da Newton'dan çok, niçin Einstein'ınkine ya da Schrödinger'inkine benziyor? diye sorul-

duğunda, herhalde şöyle yanıt verecektir: Dehaları ne olursa olsun Galileo ile Newton yanılıyorlardı, bir yanlışlık vardı. Bu durumda benim sorunum bir geleneği ölü, ama onun ürününü canlı ilan eden bir ideolojide "doğru" ve "yanlış", "hatalı" ve "hatasız" nitelemelerinin yerini neyin almış olduğunu öğrenmek olmalıdır. Bu sorunun çözümü, bana göre, sanat ile bilim arasındaki ayrımı derinden kavramanın önkoşuludur. Ama, varlığının kabul edilmesi, bir ilerlemeye de yol açabilir.

Birçok bulmaca gibi, bilim adamlarının çözmeyi amaçlamış oldukları da, sanki yalnız bir çözümü ya da bir tek en iyi çözümü varmış gibi görünür. Bu çözümü bulmak, bilim adamının ereğidir; o bir kez bulununca, daha önceki girişimlerin tümü, bilinen ilgilerini araştırmayla yitirmiş olurlar. Bilim adamı için fazladan bir yük olurlar, disiplinin ilgileri içinde bir kenara konulması gereken boşuna bir yük olurlar. Onlarla birlikte özel ve kişisel etkenlerin birçok izi de ıskartaya çıkarılır, bulgulayıcıyı çözümüne götüren tarihsel ve estetiksel olanlar kalır sadece (sanatçıların hazırlık taslaklarına verilen değeri bilim adamlarının eşdeğerli müsveddelerinin yazgısıyla karşılaştıralım; birincisi seyirciye daha tam bir değerlendirmede yol gösterir; ikincisi ise, daha sonraki ve daha tamamlanmış değişkelerle karşılaştırıldığında, sadece yaratıcısının anlıksal yaşamöyküsünü aydınlatır, bulmacanın çözümünü vermez). İşte bunun içindir ki, ne zaman aşımına uğramış kuramlar ne de giderek yürürlükteki kuramın özgün formülasyonları uygulamacıları pek ilgilendirmez. Başka bir deyişle söylersek, işte bunun içindir ki, bir bulmaca-çözümü girişimi olarak bilimin müzelerde yeri yoktur. Ama sanatçının da çözülecek bulmacaları vardır elbet, perspektif, renklendirme, fırça teknikleri ya da çerçeve çatma bulmacaları, vb. gibi. Ne var ki, bunların çözümü, yapıtının amacı değildir, daha çok bu amaca ulaşmanın bir yoludur. Onun daha önce gereğince belirginleştirmediğini söylediğim hedefi, estetiksel bir nesnedir, üçüncü şıkkın olmazlığı yasasının uygulanamadığı daha global bir üründür. Matisse'in *Odalisque* tablosunu gördükten sonra, Ingres'inkine yeni bir gözle bakılır ama, bakmaktan da geri durulamaz. Bir bilim adamının bulmacasına iki çözüm olamadığı halde, bunların her ikisi de bu yüzden müzelik

yapıtlar olabilirler.

Erekler-araçlar spektrumunda bulmaca çözümlerinin farklı konumu da, sanat ve bilim için bir tüketici topluluk sorununa bir ikinci ama belki daha köklü çözüm sağlar. Her iki disiplin de uygulayıcılarına bulmacalar sunar ve her iki durumda bulmaca çözümleri teknik giz'lidir. Böyle oldukları için, uygulayıcılarının, diyeceğim, sanatçıların ve bilim adamlarının yoğun ilgisini üzerinde topladıkları halde, genel tüketici kitlesinde nerdeyse hiçbir ilgi uyandırmaz. Bu büyük grubun üyeleri sanatta da, bilimde de bir bulmacayı ya da bir çözümü kendi başlarına her zaman tanıyamazlar. Onları ilgilendiren daha çok girişimlerin daha global ürünleridir; bir yanda, sanat yapıtları, öte yanda, doğa üstüne kuramlardır. Ama sanatçı gözünde sanat yapıtlarının olduğundan farklı olarak, bilim adamı gözünde kuramlar her şeyden önce biter araçtırlar. Başka yerde de uzun uzadıya belirtmiş olduğum gibi, o bunlara kesin gözüyle bakmak ve kullanmak üzere eğitilmiştir, onları değiştirmek ya da üretmek için değil. Gerçekte kamusal tepkiyi çağrıştıran çok özel durumlar dışında, bilimde kamuyu en çok ilgilendiren şey, bilim adamı için kesinlikle ikinci dereceden ilginç bir iştir.

Geçmişin ürünlerine bağlanan değer, erekler ile araçların özdeşliği ve bir tüketici kitlesinin bulunması, hep birden sanat ile bilim arasındaki birbiriyle bağlantılı ayrımlardan oluşan bir tek örüntünün parçaları gibi görülebilirler. Bu örüntü daha açık seçik olarak, daha büyük derinliğe inebilen bir çözümlemeden günyüzüne çıkacaktır belki ama, bugüne gelinceye bu erekle iyice ortaya konmuş kavramlar üstüne benim çok az bir bilgim olmuştur. Ama, birkaç bağlayıcı kesin saptamaya bir önsöz olarak benim yapabileceğim şey, kimi fazladan ayrılık belirtilerini kuşatacak örüntüyü; bu durumdaki sanat ile bilimin zaman içinde geliştikleri yolların bir incelenmesinden çıkan belirtilere yaygınlaştırmaktır. Başka bir yerde Ackerman'ın da işaret etmiş olduğu gibi, iki disiplinin evrim çizgilerinin benzerliğini vurgulamaya çalışmıştım ben. Her ikisinde de tarihçi uygulamanın, şu ya da bu değerler, teknikler ve modeller üstüne başka bir kararlı topluluktan temellenen bir geleneğe uygun düştüğü dönemleri bulabilir. Her ikisinde de, içinde bir geleneğin ya da bir değer-

ler ve modeller takımının bir başkasına yol açtığı, görece hızlı değişiklik dönemleri görebilir. Demek ki, herhangi bir insani girişim konusunda belki çok şey söylenebilir yine de. Büyük gelişim örüntüsüyle ilgili olarak benim özgünlüğüm, böyle bir şey varsa elbette, sadece, sözgelişi, sanatların ya da felsefenin gelişimi konusunda uzun süredir kabul edilmiş olan şeyin, bilime de uygulanmış olduğu üzerinde durmuş olmamdır. Dolayısıyla köklü bir benzerliğin bir ilk adımdan başka bir şey olmadığını tanıyalım. İşte bu adım atıldıktan sonra, ince gelişim yapısındaki birçok aydınlatıcı ayrımları bulmaya da hazırlıklı olmak gerekir. Bunların birçoğunun kolaylıkla bulunacağı da anlaşılmış bulunmaktadır.

Sözgelimi, sırf sanatsal bir geleneğin öbürünü yanlış ya da yanılgılı kılmadığından ötürü, sanat bilimden çok daha kolayca, birbiriyle bağdaşmayan birçok geleneği ve okulu aynı anda destekleyebilir. Yine aynı sebepten dolayı, gelenekler değiştiğinde, buna eşlik eden tartışmalar da bilimde, sanatta olduğundan çok daha hızla çözülür genelde. Sanatta, diyor Ackerman, yenilik üstüne tartışma, öfkeli eleştirmenlerin ateşini üzerine çekecek yeni bir okul kuruluncaya değin sona ermez genellikle; ama, o zaman bile, tartışmanın sonu, eskisinin sonunu değil, yeni geleneğin kabulünü anlatır sanırım, çoğunlukla. Buna karşılık bilimlerde, yengi ya da yenilgi pek o kadar uzun uzadıya ertelenmez ve yitiren yan o anda hemen bir yana bırakılır. Arkada kalan yandaşları, eğer kalmışsa, alanı terketmiş gibi görünürler. Yine bunun gibi, yeniliğe karşı direnme hem sanatta ve hem de bilimde belirgin bir ortak nitelik olsa da, bu yeniliğin sonradan tanınmasına sanatlarda her zaman rastlanılır. Bilime katkıları her zaman teslim edilen birçok bilim adamı, başarılarının ödülünü görecek denli uzun yaşayamamıştır hiçbir zaman. Mendel'in durumu gibi ayrıksı durumlarda bilim adamının gecikmiş olarak tanınmasına yol açan katkısı, başkalarınca bağımsız olarak yeniden bulgulanması gereken bir katkıdır. Mendel'in durumu, şu bakımdan bilimsel başarının sonradan tanınmasına tipik bir örnek oluşturur: Onun yazmış olduğu parlak bildirilerin, kendi çalışma alanının daha sonraki gelişimi üzerinde hiçbir etkisi olmamıştır. Sanatla olan koşutluk kopar, çünkü Mendel'in ölümünden çalış-

masının bulgulanmasına değin, hiçbir Mendel'ci okul kurulmamıştır; bir süre kendi başına yalnızlık içinde çalışmış olan, ama en sonunda ana bilimsel gelenekçe kuşatılmış bulunan bir okuldur o.

Bu ayrımlar, sanatçıların ve bilim adamlarının davranış grubundan alınmıştır ve tek tek mesleklerin gelişiminde de görülebilirler. Sanatçılar yaşamları boyunca, bir ya da birçok vesilelerle dramatik değişiklikler geçirebilirler ve bazen de isteyerek geçirirler biçem bakımından. Yine bunun gibi, birçok sanatçı, üstatlarının biçeminde resim yapmaya başlar; yalnız, daha sonra, kendilerinin tanınmalarına yol açacak olan anlatımı bulgularlar. Tek bir bilim adamının mesleki yaşamında da, çok seyrek de olsa, benzeri değişiklikler olur; ama, bunlar isteğe bağlı değildir. (Kendi başına aydınlatıcı olan ayrıksı durum, bir bilimsel alanı tümüyle bir öbürünün adına değiştiren, diyeceğim, fizikten biyolojiye geçen adamlarca sağlanır.) Buna karşılık, onlar, ya bilim adamının ilk başta benimsemiş olduğu gelenek içindeki ciddi iç güçlüklerle ya da kendi çalışma alanı içinde başka birinin ortaya koymuş olduğu bir yeniliğin özel başarısıyla dayatılmışlardır. Ama o zaman bile bu değişiklikler istemeye istemeye karşılanmıştır; çünkü bilimsel bir çalışma alanında biçem değiştirmek, bir insanın ilk ürünlerinin ve ilk ustalarının yanlış yolda olduğunu açıkça bildirmek demektir.

Ackerman'ın algısal bir saptaması, bu gelişim ayrımları topluluğunun özeğine giden yolu işaret etmektedir sanırım. Dediğine bakılırsa, sanatın evriminde, çözmeyi amaçladığı bulmacalar gerektiği gibi yanıt vermez olunca bilimsel bir geleneğin karşılaştığı iç bunalımların tıpkısı gibi bir şey yoktur. Ben de bunu kabul ediyor ve şu noktayı da eklemek istiyorum sadece: Böyle bir ayrım, bulmaca çözmeyi amaçlayan bir girişimle amaçlamayan bir girişim arasında kaçınılmazdır. (Unutmayalım ki, tartışılmakta olan birçok ayrım bakımından, matematik biliminin gelişimi sanatın gelişimine, biliminkinden çok daha sıkıca benzer. Çok az matematik bulmaca çözümleri anından önce tanınmıştır. Her ne olursa olsun böyle bir bulmacayı çözmekteki başarısızlık, matematik biliminin temelinde yatmadıkça, alanın ön-varsayımları üzerine hiçbir zaman kuşku serp-

mez, uygulayıcılarının yeteneklerine karşı sadece kuşku uyandırır. Öte yandan bilimlerde, herhangi bir bulmaca, eğer inatla çözüm gelmiyorsa, temel sorunlarını ortaya çıkarır.) Ackerman'ın gözlemi doğru olmalıdır, ve, bir örüntünün parçası gibi göründüğünde de, son derece önemli olduğu anlaşılır.

Bilimlerde bunalımın işlevi, yenilik gereksinimini sinyallemek, bilim adamlarının dikkatini verimli yeniliklerin doğabileceği alanlara yöneltmek ve bu yeniliğin özyapısıyla ilgili ipuçlarını çağrıştırmaktır. Sırf içinde-kurulu bir sinyal dizgesine sahip olduğu için disiplin, bilim adamlarının gözünde yeniliğin kendisinin birincil bir değer taşımasına gerek kalmaz ve kendi başına alınan yenilik istenmez. Bilimin de kendine özgü bir seçkinler katmanı vardır ve kendi ardçı muhafızları, Kitsch üreticileri de olabilir. Ama bilimsel öncü-muhafız olmaz ve öncünün bulunuşu bilimi tehdit eder. Bilimsel gelişim içinde, yenilik, somut bulmacaların ortaya koymuş olduğu somut çatışmalar, çoğun istemeye istemeye olan, bir yanıt olarak kalmalıdır. Ackerman'ın söylediğine göre, sanatlara da, öncü sanata gösterilen çağdaş karşılık bir tehdit oluşturur ve o bunda haklı olabilir. Ama bu, bir öncü sanatın varlığının dışavurduğu tarihsel işlevi gizlememelidir. Hem birey olarak ve hem de grup halinde, sanatçılar anlatılacak yeni şeyler ararlar ve onları dile getirecek yeni yollar ararlar. Yeniliği birincil değer kılarlar ve öncü sanat bu değere kurumsal bir anlatım vermeden önce de böyle yapmaya başlamışlardır. En azından Yeniden-Doğuş'tan beri sanatçı ideolojisinin bu yenilikçi bileşeni (bu, ne tek ne de öbürlerinin hepsiyle kolayca bağdaşabilir bir bileşen değildir), bilimde devrimi destekleyebilmek için iç bunalımların yapmış olduğu şeyin bir bölümünü sanatın gelişimi adına yapmıştır. Sanatçılar ile bilim adamlarının yaptıkları gibi, sanatın değil de bilimin birikimci olduğunu gururla söylemek, her iki alanda da gelişim örüntüsünü yanlış anlamaktır. Gelgelelim, bu sık sık yinelenen genelleştirme, bizim incelemekte olduğumuz ayrımların en derini olabilecek bir şeyi dile getirir: Bilim adamları ve sanatçılarca yenilik adına yenilik'e verilecek kökten farklı değeri, örneğin.

Konuyu-birden değiştirerek ve benim *Scientific Revolu-*

tions adlı kitabımdan Ackerman'ın yararlanmasıyla ilgili, Kubler'in saptamalarını da çok kısa olarak yorumlamak yoluyla, kişisel ya da mesleki ayrıcalığı savunarak sözümü bağlayacağım. Muhakkak ki bu benim hatamdır. Çünkü, Kubler'in gönderme yaptığı noktalar kitaptaki en karanlık noktalar arasındadır; ama, yine de onun hem görüşlerimi ve hem de onların, tartışılmakta olan problemlerle olası ilgisini yanlış anladığını belirtmek yerinde olur. İlk ağızda şunu belirteyim: Paradigma ve devrim kavramlarını "büyük kuramlar"la hiçbir zaman sınırlandırmayı düşünmedim. Tam tersine, bu kavramların özel öneminin, oksijen, X ışınları ya da Uranus gezegeninin bulgulanması gibi olayların garip bir biçimde birikimci-olmayan karakterini daha tam bir biçimde anlayabilme olanağını sağlamalarından ileri geldiğini kabul etmekteyim. Daha da önemlisi, paradigmalar da kuramlarla büsbütün eşitlenmiş olamazlar. Daha köklü bir yolla söylersek, onlar bilimsel başarının kabul edilmiş somut örnekleri, bilim adamlarının özenle inceledikleri ve kendi yapıtlarına örnek aldıkları güncel sorun çözümleridirler. Paradigma kavramı sanat tarihçisine yararlı olabilirse, paradigmalar olarak hizmet görecek biçemler değil, resimler olacaktır. Bu koşutluğu çizme yolunun önemi anlaşılmıştır, çünkü beni kuramlar üzerine konuşmaktan paradigmalar üzerine konuşmaya çeken sorunlar, Kubler'i biçem kavramını hor görmeye itenlerle çok yakından özdeştir. Hem "biçem" ve hem de "kuram", tanınabilir biçimde birbirine benzer olan bir yapıt(lar) grubu betimlenirken kullanılan terimlerdir. (Onlar "aynı biçemde" ya da "aynı kuramın uygulamalarında"dırlar.) Her iki durumda da belli bir biçemi ya da belli bir kuramı bir başkasından ayırt eden ortaklaşa öğelerin yapısını açıklamak güçtür – son çözümlemede olanaksızdır bence. Bu gibi güçlüklere karşı benim yanıtım; bilim adamlarının, bir kuramı oluşturan öğelerin soyutlanması gibi herhangi bir süreç olmaksızın, paradigmalardan ve modellerden bir şeyler öğrenebileceklerini söylemek olmuştur. Sanatçıların özel sanat yapıtlarını derinden derine inceleyerek öğrenme tarzı için de aynı türden bir şey söylenebilir mi bilemem?

Kubler benim için önemli başka bir genelleme daha yapıyor. Diyor ki: "Gerçekte Kuhn'un saptamaları, elde ettikleri so-

nuçlardan çok bir topluluğun davranışına dönük olduklarından, budunbilimsel (ethological) niteliktedir. Burada hiçbir yanlış anlama yoktur. Bir betimleme olarak Kubler'in saptaması, benim ana ilgilerimin birçoğunu incelikle yakalıyor. Gelgelelim, bu ilgilerin, şu anda üzerinde durulan konularla ilgili bulunmadığını ilan edebilmek için, bir tartışma bile olmaksızın, böyle bir betimlemenin kullanılabileceğini anlamakta kafamı karıştırıyor. Hem Kubler'in gönderme yaptığı kitapta ve hem de daha önce geçen yorumlarda benim söylemeye çalıştığım şey şudur: Bilim ve sanat tarihçilerini ve filozoflarını en çok sıkan sorunların birçoğu, budunbilimsel ya da toplumbilimsel gözle bakıldıklarında, paradoksal havalarını yitirirler ve araştırma konularına dönüşürler. Bilim ile sanatın insan davranışının ürünleri olduğu beylik bir düşüncedir; ama, bundan dolayı önemsiz de değildir. Hem "biçem" ve hem de "kuram" sorunları, sözgelimi, aşikâr olanı gözardı edebilmek için ödediğimiz birçok bedeller arasında yer alabilirler.

Dizin

Académie Royale des Sciences, Paris, *bak* Fransız Bilimler Akademisi
Accademia del Cimento, 86
Ackerman, J. S., 405, 410-12, 414-18
açıklama: nedensel açıklama, 48, 54; bilimsel açıklama, 13, 48-57, 84, 223 dp, 345-50
adiabatik sıkıştırma, 126-28
Aepinus, F. U. T., 76
Agassi, J., 141, 158
Agricola, G., 85 dp, 87; *De re metallica*, 87
d'Alembert, J. L., 118 ve dp, 131 dp; *Traité de dynamique*, 118
algı, 294-96, 304, 367-80, 405, 408, 416
Alhazen, 174
Allen, L., 91 dp
Alman bilimi, *bak* bilim: Almanya'da
Amontons, G., 80
Ampère, A. M., 92-93
ampirizm, 43-44, 65 ve dp, 229 dp, 310 dp
anatomi, 58, 64 ve dp, 68 dp, 81, 147
Anderson, C. D., 207 dp
anomali, *bak* aykırılık
antropoloji, *bak* insanbilim
araçlar, 72-75, 77-78, 80-81, 83, 86-87, 89, 141, 144, 151-52, 154, 215-18, 227, 237-39, 242, 247-49, 254, 257, 261-66, 269, 314-15, *ayrıca bak* zanaatçılar
Archimedes, 63, 64, 67, 85, 152, 261; *Yüzen Cisimler*, 63, 85
Aristoteles, 9-13, 44, 47-49, 51, 53, 55, 69, 83, 296-98, 302-17; *Mekanik Sorunları*, 85; *Physica*, 9, 296 ve dp, 306
Aristoteles'çi bilimsel gelenek, 9, 11, 49-53, 84, 296, *ayrıca bak* fizik: Aristoteles'çi
Aristoteles'çiler, 9, 50
Armitage, A., 250 dp
Arts mécaniques, 80, 86, 93
Ashton, T. S., 179 dp
astroloji, 329-32 ve dp
astronomi, 58, 63-64, 66-68, 77, 81, 84, 86, 90, 140, 145-46, 152-53, 172, 174-76, 185, 224, 228, 249, 252, 255, 260-61, 270-71, 276, 280, 327, 330-32, 334, 384-85, 395, 399, 408, *ayrıca bak* gök mekaniği
astronomi ve sanat, 175, 408

atomculuk: eski, 83, 152; modern, 240, *ayrıca bak* parçacıksal felsefe
Atwood, C., 233, 237
Atwood makinası, 233, 239
aykırılık, 16, 53, 214-17, 235, 241, 247-57 ve dp, 269, 284-85, 314-15, 317, *ayrıca bak* bunalım

Bachelard, G., 266 dp
Bacon'cı bilimler, 69-94, 186, 261-71, *ayrıca bak* deneysel gelenek
Bacon'cı hareket, 70, 72-73, 75, 77-78, 89, 150-54, 173-74, 185, 189, 260, 261 dp, 271, *ayrıca bak* deneysel felsefe
Bacon'cılık, *bak* Bacon'cı hareket
Bacon, F., 69, 71-72, 83-84, 86, 88-89, 140, 143, 149-150, 152, 169, 180; *Nowum Organum*, 69, 169
Bacon, R., 71
bağlanmalar: grup bağlanmaları, 19-22, 60, 253 dp, 275, 284-85, 356; metafizik bağlanmalar, 72, 108-109, 130, 352, 356. *Ayrıca bak* varsayımlar; paradigmalar
Barber, B., 248 dp
Barnes, S. B., 21 dp
Barron, F., 17 dp, 181 dp
Bayen, P., 208-209, 211
Bayes, T., 391
Beaver, D. de B., 354 dp
Becquerel, A. H., 249
Beer, J., 184 dp
belginlik, 76, 381
Belidor, B. de F., 120 dp
Ben-David, J., 61 dp, 150, 158
Bérard, J., 127, 241, 245
Bernouilli, D., 88, 101 dp, 118 ve dp, 124, 130, 131 dp, 137 dp, 366
Bernouilli, J., 88, 130
Berthold, G., 136 dp
Berthollet, C. L., 184, 239 dp, 364 dp
biçimcilik, 359-68
bilgi: gruba karşı bireysel bilgi, 20, 229, 316; pozitif ya da sağlam bilgi, 20, 36-37, 141-43, 189, 220, 336, 341-42, 346, 357; bilimsel bilgi, 20, 22, 43, 58, 216-17, 220, 231, 289-350, 360, 374, 388
bilgibilim, 20, 26, 144, 220, 339, 380, *ayrıca bak* bilgi
bilim: eski, 63-66, 75, 135, 140; Orta Çağ, 65-71, 73, 82, 142, 260, 271, 296, 298, 302; Yeniden-Doğuş, 66-67, 84-87, 140, 143, 152, 175-76, 408; onaltıncı yüzyıl: 66-67, 69, 75, 85, 332; onyedinci yüzyıl, 9, 11, 13, 30, 33, 60, 62 dp, 67-70, 74-78, 80-81, 83, 88, 136 ve dp, 140, 142-43, 147-54, 232, 243, 260-68, 289-318; onsekizinci yüzyıl, 62 dp, 67 ve dp, 75-84, 90, 92, 101 dp, 106 ve dp, 114 dp, 116, 123 ve dp, 130-31, 131 dp, 135 dp, 136 ve dp, 140, 146, 148-49, 154, 186, 208-11, 232-35, 238, 243-44; ondokuzuncu yüzyıl, 62, 67, 74, 76, 79-80, 88, 90-140, 148, 154, 172, 179-80, 182,

185-86, 213-15, 235, 240-41, 264-65, 267, 270, 387, 399; yirminci yüzyıl, 140, 185, 232-33, 290, 386; Almanya'da, 93-95, 105 dp, 121 ve dp, 132, 134, 135 dp, 181, 186; Fransa'da, 77, 80-81, 88, 90, 91 dp, 92-94, 101 dp, 105 ve dp, 117-18, 121, 124, 127, 134, 135 dp, 148-49, 152-53, 174-75, 181, 184, 186, 238, 258 dp; İngiltere'de, 78, 81, 88, 93-94, 105, 121 dp, 127 dp, 133 dp, 148-50, 152-53, 174, 177, 181, 183, 186, 387; İslam'da, 66; bilgi olarak bilim, *bak* bilgi, bilimsel bilgi; bulmaca çözümü olarak bilim, *bak* bulmaca çözme; toplumsal bir güç olarak bilim, 179-80

bilim adamı tarihçiler, 139-46, 169-70, 172-88

bilim adamının gençliği, 254 dp

bilim akademileri, *bak özel örgütlenmeler*

bilim dili, 47, 63, 230, 293-303, 311-12; 344-45, 364-65, 374, *ayrıca bak* dil felsefesi

bilim düşmanlığı, 196-98, 409-10

bilim eğitimi, 14, 36, 80, 84-85, 91-95, 148, 186, 267, 275-88, 314, 345-50, 354, 364, 368-75, 389-90, *ayrıca bak* bilimde pedagojik teknikler

bilim felsefesi, 12, 25-45, 157, 223, 356-58, 387-404; bilim felsefesi ve bilim tarihi, 12, 25-45, 140-41, 310-11, 319-50, 390; bilim felsefesi ve bilim, 36-37, 180, 321. *Ayrıca bak* kuşatıcı yasalar; açıklama olarak tarih; metin çözümlemeleri

bilim literütürü, 75, 87, 104, 121 ve dp, 149-50, 155, 230 ve dp, *ayrıca bak* klâsik kitapların işlevi; ders kitaplarının işlevi

bilim ortamı: ekonomik, 14, 27, 62 dp, 144, 151, 164, 179, 189, 287, 397 ve dp; kurumsal, 60-61, 64, 76, 93, 144, 180, 189, 344-45, 411-12; düşünsel, 14, 60-61, 76, 82-84, 134, 135 dp, 152, 155, 175-76, 397 dp

bilim siyasası, 158, 180

bilim sosyolojisi, *bak* toplumbilim: bilim toplumbilimi

bilim tarihi: bilim tarihinin işlevleri, 140-48, 156-58; bilim tarihinin tarihi, 139-142, 164-65; bilim tarihi ve bilim felsefesi, 12, 25-45, 157, 310-11, 319-50, 391. *Ayrıca bak* bilimin dışsal tarihi; bilimin içsel tarihi; tarih-yazımı gelenekleri

Bilim Tarihi Enstitüsü, 151, 160

bilim ve bilim felsefesi, *bak* bilim felsefesi ve bilim

bilim ve din, *bak* din ve bilim

bilim ve felsefe, *bak* felsefe ve bilim

bilim ve ruhbilim, *bak* ruhbilim ve bilim

bilim ve sanat, *bak* sanat ve bilim

bilim ve teknoloji, *bak* teknoloji ve bilim

bilim ve toplumbilim, *bak* top-

lumbilim: bilimin toplumbilimi
bilim ve zanaatlar, *bak* zanaatlar ve bilim
bilimde bireyselliğin rolü, 387, 391-97
bilimde değerler, 20-21, 141, 150-51, 275, 348-49, 393-401, 405
bilimde ulusal ayrımlar, 88, 92, 149-50, *ayrıca bak* Merton savı; bilim, ülke adlarına göre
bilimdışı düşünce, 149, 170-71, 175, 178, 311
bilime ve sanata kamunun gösterdiği karşılık, 406, 409-14
"bilimin bilimi", 158
bilimin dışsal tarihi, *bak* dışsal tarih
bilimin halka indirilmesi (popülarizasyon), 115, 230 dp
bilimin içsel tarihi, *bak* içsel tarih
bilimin ilerlemesi, 56, 60, 107, 111, 148, 155-56, 200, 206, 217, 231, 254, 258, 273-74, 280, 284, 320, 332, 345-48
bilimin itibarı (prestiji), 145, 149, 220
bilimin meslekleşmesi, 79-81, 90-92, 95, 147-48, 185-86, 267, 355, *ayrıca bak* bilimsel kurumlaşma
bilimin örgütlenmesi, 36-37, 185-86, 267, *ayrıca bak* bilimsel topluluk; bilimin kurumlaşması
bilimin toplumsal rolü, 65 dp, 149, 394, 410-11
bilimin yapısı, *bak* bilimin örgütlenmesi; paradigmalar; bilimsel kurumlaşma
bilimin yararlılığı, 87, 150, 179, 391, 394, 396, 399
bilimsel açıklama, *bak* açıklama: bilimsel
bilimsel araştırma, 31, 220, 230 dp, 247-48, 258-68, 273-79, 314, 324, 380
bilimsel birim, 120, 122 dp
bilimsel bulgunun yapısı, *bak* bulgulama: bulgunun yapısı
bilimsel bunalım, 156, 247-54 ve dp, 257-59, 268-69, 315-16, 326-28, 337, 416-17, *ayrıca bak* aykırılık
bilimsel davranış, 47, 357, 419, *ayrıca bak* ruhbilim; toplumbilim
Bilimsel Devrim, 69, 74-75, 81-89, 143, 151-54, 165, 168, 173-74, 180-81, 185, 199-200, 260-63, 270
bilimsel devrim (ikinci bir bilimsel devrim), 186, 265, 267
bilimsel devrimler, 8, 12-17, 205, 18-19, 273-75, 278, 282, 315-16, 320-21, 325-26, 322, 334, 336, 345, 417-18, *ayrıca bak* aykırılıklar; bilimsel bunalım
bilimsel dünya görüşü, *bak* dünya görüşü
bilimsel gelenek, 11, 58-96, 176-78, 188, 217, 272-88, 302, 331, 416, *ayrıca bak* deneysel gelenek; matematiksel gelenek
bilimsel gelişme (gelişim), 13-14, 60, 65, 142-44, 148-50, 153-

57, 164-67, 171-72, 174-75, 182, 184, 260, 268, 273, 280-81, 286, 319, 322-23, 326, 334, 395, 399, 403
bilimsel kurumlar, 60, 79-81, 148, 154
bilimsel kurumlaşma, 35, 61, 80-81, 90, 182, 185-86, 349
bilimsel meslekler, 30, 155, 206, 228, 267, 355, *ayrıca bak* bilimsel kurumlaşma
bilimsel modeller, 13, 116, 120, 172, 174, 186, 188-89, 201, 282, 356, 374, 414-15, 418, *ayrıca bak* paradigmalar: standart örnekler
bilimsel simgeler, 357-62, 368-80, 409
bilimsel tartışma, 102 dp, 257 ve dp, 259, 267-68, 364
bilimsel teknikler, 35, 75, 218, 237, 239-40, 246, 249-51, 259-61, 280-81, 314, 355, 385, 387
bilimsel terminoloji, *bak* bilim dili; dil felsefesi
bilimsel topluluk, 14, 17, 19, 21-22, 154, 179, 201, 205, 315, 353-81, 392, 401, 409, 419
bilimsel uzmanlık, 59, 63-64, 77, 85, 354, *ayrıca bak* bilimsel topluluk
bilimsel yasa, 43-45, 74, 114 dp, 115, 176, 227, 242, 266
bilimsel yöntem(ler), 20, 26, 35, 141-42, 150, 157-58, 175, 178, 180, 220
Biot, J. B., 137 dp
Birch, T., 265 dp
bireysellik, *bak* bilimde bireyselliğin rolü
birim, *bak* bilimsel birim
Biringuccio, V., 85 dp, 87; *Pyrotechnica*, 87
bitkibilim, 58, *ayrıca bak* botanik
biyokimya, 130
biyoloji, 9, 95, 135 dp, 147, 172, 178, 276, 280, 399
biyolojik bilimler, 65 dp, 147, 153, *ayrıca bak* bilimde bireyselliğin rolü
Black, J., 76-77, 88, 136, 209, 264 dp, 271
Blackett, P. M. S., 207 dp
Boas, F., 162
Boas, M., 77 dp, 136 dp, 146, 159, 243 dp, 260 dp
Bocklund, V., 209 dp
Bode yasası, 217 dp
Boerhaave, H., 88, 136 dp
Bohr, N., 170-171, 289, 316, 401
Boltzman, L., 10, 170
Borda, J. C., 123 ve dp, 138
Borelli, G. A., 160
Boring, E. G., 147, 222
botanik, 81, 140, 147, *ayrıca bak* bitkibilim
Boyer, C. B., 146, 159
Boyle, R., 10, 71, 73, 77-80, 88-90, 179 dp, 243, 264-65 dp, 270; *Renklerin Deneysel Tarihi*, 79
Boyle yasası, 242, 249, 270, 397
Bradley, J., 261
Brahe, T., 71, 86, 176, 255, 261, 331
Braithwaite, R. B., 223 dp, 310 ve dp, 341 dp
Bréguet, A., 81, 90
Bréhier, E., 132 ve dp

Brillouin, L., 91 dp
Brougham, H., 253 dp
Brown, T. M., 87 dp, 201 dp, 364 dp
Brunelleschi, F., 85
Brunet, P., 88 dp
Bruno, G., 162
Brunschvicg, L., 34, 142
Buffon, G. L. L. de, 81
Buhar Makinaları Fransa Merkez Komisyonu, 127
buhar makinaları ve bilim, 106, 122, 124, 127, 129, 182
bulgulama: bulgulama mantığı, 20, 226, 319-50; bulgulamanın önkoşulları, 104 ve dp; bulgulamanın rolü, 11, 74-76, 113-14, 184; bulgunun yapısı, 15-16, 104 ve dp, 205-19, 228; eşzamanlı bulgulama, 100-103, 114-26, 128, 135, 216
Bulletin signalétique, 148
bulmaca çözme: sanatta, 408-409, 413-14, 416-17; tarihsel, 40-41, *ayrıca bak* tarih: açıklama olarak; bilimde, 16, 236, 269, 282, 284, 287, 324-25, 327-36, 346-48, 408-409, 413-14, 416-17
buluş, 287-88
bunalım, *bak* bilimsel bunalım
Bunge, M., 49
Burtt, E. A., *Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*, 142, 169
Butterfield, H., 12 ve dp, 62 dp, 74 dp, 143, 159, 167-68, 190; *Origins of Modern Science*, 12 dp, 62 dp, 74 dp, 159, 167-68, 190
büyü, *bak* hermetizm

Cajori, F., 106 dp, 233 dp
Campbell, N., 157
Cardwell, D. S. L., 148, 159
Carnap, R., 311 dp
Carnot, L. N. M., 119, 121, 124; *Essai sur les machines en général*, 119
Carnot, S., 92, 98, 102, 107, 109, 114, 116, 121-22, 125-28, 137, 182; *Réflection sur la puissance motrice du feu*, 125
Carroll, J., 310 dp
Cassirer, E., 142, 189
Cavendish, H., 76, 233 dp, 390
cebir, 66, 68, 92
Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 148
Chalmers, T. W., 250 dp
Chambers, R., 177
Charles yasası, 397
Châtelet, M. du, 130
Clagett, M., 74 dp, 146, 151, 159-60, 181 dp, 251 dp, 262 dp, 297 dp
Clapeyron, E., 121 dp, 129 dp
Clark, G. N., 59 dp
Clausius, R., 98 dp, 264
Clément, R., 126
Clow, A., 183 dp
Clow, N. L., 183 dp
Cohen, I. B., 78 ve dp, 146, 159, 244 dp, 252 dp, 258 dp
Colding, L. A., 102, 108, 113-14, 125, 128-34
Coleridge, S. T., 133 dp
Colodny, R. G., 382 dp
Comte, A., 140, 143, 187
Conant, J. B., 208-10 dp, 256 dp

Condorcet, M. J., 140, 187
Copernicus, N., 15, 67, 82, 178, 228, 252, 326, 332, 384-86, 390, 395
Copernicus dizgesi, 255, 384-87, 395
Copernicus'çülük, 77, 335, 386-87, 394
Coriolis, G., 119, 120 dp, 124, 125 dp, 127
Costabel, P., 146, 159
Coulomb, C. A., 76, 123 ve dp, 172, 243-45, 264, 271
Coulomb yasası, 245, 249
Crane, D., 354 dp
Crawford, A., 129, 136 dp
Crombie, A. C., 17 dp, 69 ve dp, 262 dp, 270-71, 314 dp
Crosland, M., 146, 159

Dalton, J., 10, 91, 126, 146, 172, 239-40, 243, 364 dp
Dampier, W. C., 187
Dante, 70 dp
Darwin'cilik, 147, 167, 176-77 dp, 397 dp
Darwin, C., 16, 60, 147, 149, 171, 176-78, 254 dp; *Türlerin Kökeni*, 60, 147, 177-78, 254 dp
Darwin, E., 177
Daumas, M., 146, 159, 208 dp, 210-11 dp, 256 dp, 265 dp
Davranışsal Bilimlerde İleri İnceleme Merkezi, 269
Davy, H., 137-38 dp
değerler, *bak* bilimde değerler
değişik doğrultuda düşünme, 273-88
Delambre, J. P. J., 140
Delaroche, F., 127, 241, 245
deney, 43, 59-60, 65-80, 84, 94-95, 103, 110, 116, 126, 128, 152, 154, 173-74, 183, 209-10, 214-16, 220-71, 313-18, 320, 323, 325-26, 334, 337-40, 349, 358, 360-62, 383, 385; çok önemli deneyler, 390; *ayrıca bak* araçlar; düşünce deneyleri
deneysel felsefe, 65, 69, 77, 91, *ayrıca bak Physique expérimentale*
deneysel fizik, 77, 80-81, 93, 95
deneysel gelenek, 13-15, 58-96
ders kitaplarının işlevi, 18, 59-61, 145, 205, 221-36 ve dp, 276-88, 361, 389-90, *ayrıca bak* klâsik kitapların işlevi
Desagulier, J. T., 122
Descartes, R., 11, 30, 51, 62 dp, 67, 68 dp, 69, 71, 83, 89, 152, 169, 171, 222, 316, 369; *Discours de la methode*, 169; *Le Monde*, 11; *Regulae (Kurallar)*, 69
Désormes, C. -B., 126
devinim: Aristoteles'çi devinim kuramı, 9-11, 49-50, 296-98; devinim kavramı, 46-57, 67, 73, 83; devinim enerjisi, 105-138; yerel devinim, 66-86
devrimci bilim, *bak* normal bilim; bilimsel devrimler
dışsal tarih, 14, 148-49, 154, 200, *ayrıca bak* tarih-yazımı geleneği
Dickinson, H. W., 122 dp
Dijksterhuis, E. J., 143, 146, 159, 169; *Mechanisation of the World Picture*, 169

dil felsefesi, 310-12, 320, 338-44, 359-80 ve dp, 403-404, *ayrıca bak* bilim dili
din ve bilim, 14, 141, 149, 151, 173-74, ayrıca bak püritanizm; Merton savı; Nantes fermanı
Dirac, P., 207 dp
dirimbilim, *bak* biyoloji
dirimselcilik, 129 dp, 133
disiplin matrisi, *bak* paradigmalar: disiplin matrisi olarak
doğa felsefesi, 105, *ayrıca bak Naturphilosophie*
doğal tarih (doğa tarihi), 86, 81, 260
doğrulama, *bak* yanıltma; kuram seçimi
doğruluk (bir kuramın doğruluğu), 394, 403
Doig, P., 212 dp
Dolby, R. G. A., 21 dp
dönüşüm süreçleri, 105-38, 251 dp
Dreyer, J. L. E., 255 dp
Dufay, C. F. de C., 80
Dugas, R., 146, 159, 233 dp, 366 dp
Duhem, P., 141-42, 159
Dulong ve Petit yasası, 115
Dulong, P. L., 127
Dupree, A. H., 147-48, 150, 159
dünya görüşü, 60
düşünce deneyleri, 19, 22, 70, 73-74, 152, 289-318

Ecole du génie (Mézière'de açılan), 93
Ecole polytechnique, 93, 186
eczacılık, 75, 77, 80, 81, 87
Edison, T. A., 287
eğitim ve öğretim teknikleri, *bak* pedagoji teknikleri
Einstein, A., 170-171, 231, 232 ve dp, 235, 289, 316, 326, 364 dp, 401
ekonomi bilimi, 27, 39, 268
elektrik, 14, 51, 53, 59, 63, 75-76, 79-80, 83-84, 91-93, 105-38, 140, 146, 153, 171-72, 174, 184-85, 242-45, 250, 260, 264, 271, 280, 287-88, 356, 399, *ayrıca bak* galvanizm
elektrik akımı, 105
elektrik motoru, 109, 125, 128
elektrokimya, 105, 124
elektromanyetik alan, 53-54
elektromanyetizma, 132, 109
elektrostatik, 106
eleştiri: yöntemsel bir araç olarak, 32-33, 169 dp, 315, 319, 327-28, 349
Elkana, Y., 66 dp
enerjinin korunumu, *bak* korunum
epistemoloji, *bak* bilgibilim
Epstein, P. S., 100 dp
estetik, 407-409
eş-doğrultuda düşünme, 273-88
etkinlik alanı (bir kuramın etkinlik alanı), 383, 394-96, 398-99, 403
Euclides, 64, 67, 85; *Geometri*, 85; *Optik*, 85
Eudoxus, 308 dp
Euler, L., 67, 88, 118, 235; *Mechanica*, 118; *Tentamen novae theoriae musicae*, 68 dp
evrim kuramı, *bak* Darwin'cilik

Faraday, M., 99, 106-113, 115, 125, 132
Farber, E., 129 dp
Feigl, H., 159
felsefe, 24-45, 173, 327, 333, 356-80, 387-88; felsefe ve bilim, 33, 66, 130-34. *Ayrıca bak* parçacıksal felsefe; ampirizm; deneysel felsefe
felsefe tarihi, 32-34, 142, 192-93
felsefi araştırma, 31-33
felsefi yöntem, 30-34, *ayrıca bak* eleştiri
Feyerabend, P., 157, 159
Fichte, J. H., 134
Finley, M. I., 190 dp
Fizeau, A. H., 390
fizik: Aristoteles fiziği, 9-10, 44, 47, 51-57, 142, 296-98, 304-309; onsekizinci yüzyıl fiziği, 50-57, 90, 92; Orta Çağ fiziği, 55-56, 142, 296, 298; modern (çağdaş) fizik, 54, 55-57, 62, 90-96, 223, 231-33, 266, 289; Newton fiziği, 9, 44, 94, 143, 374; ondokuzuncu yüzyıl fiziği, 53-54, 90-96, 253-54; onyedinci yüzyıl fiziği, 48-54, 142, 298-303, 312, *ayrıca bak* onyedinci yüzyıl mekaniği
fizik bilimler, 41, 58-96, 146-47, 220-71, 289-318
fizik kavramları, *bak* bilim dili; devinim; zaman kavramı
fizyoloji, 58, 64 ve dp, 65 dp, 68 dp, 129 dp, 147, 174, 280
flojiston, 84, 210-11, 256, 258 dp, 303, 334, 384-85, 390
Forman, P. F., 91 dp
fotoğrafçılık, 106, 407
Foucault, J. B., 390
Fourier, F. M. C., 92, 264, 266, 271
Fox, Renée C., 248
Fox, Robert, 93 dp, 94 dp
Franklin, B., 77, 172, 222
Fransız bilimi, *bak* bilim: Fransa'da
Fransız Bilimler Akademisi, 80-81, 86, 88, 90, 127-28 dp, 136 dp, 241, 253 dp
Fresnel, A. J., 92, 252 dp, 262
Freud, S., 171

Galen, 68 dp, 87 dp, 174, 200 dp
Galileo, G., 9, 11, 30, 37, 51, 67, 68 dp, 70 ve dp, 73-74 ve dp, 78, 80, 85-86, 88-89, 142-43, 152, 169, 171, 237-38, 243, 252, 289-318, 365, 386, 395; *İki Yeni Bilim (Two New Sciences)*, 37, 169, 300-301; *Assayer*, 169; *Diyalog*, 299-302
Galvani, L., 249-250
galvanizm, 100 dp, 111-112, 132; kimyasal kuram, 105 ve dp, 109; temas kuramı, 100 dp, 105 dp, 112
Garfield, E., 355 dp
Gauss, K. F., 67, 88, 93, 235, 264
Geikie, A., 140
Geison, G., 68 dp
gelenek, *bak* bilimsel gelenek; deneysel gelenek
geleneksel bilimler, 260-62, 265-66, 271
geometri, 64, 68, 81, 86, 92
Getzels, J. W., 273, 275
Gilbert, W., 71, 83, 87, 151

Gillispie, C. C., 135 dp, 149, 160, 170 dp, 181 dp, 183 dp, 196 dp
Gombrich, E. H., 406
gök mekaniği, 53, 91
görelilik kuramı, 55, 232, 258, 232 dp, 326, 364 dp
"görev": bir makinanın görevi, 109, 122, 125
gözlem ve kuram, 43, 67, 79, 141, 212, 214, 222, 228, 234, 236, 281, 284, 320, 323-31, 337-39
Gramme, Z. T., 288
Gray, A., 88, 147
Green, G., 93
Gresham yasası, 147 ve dp
Grize, J. B., 47
Grosseteste, R., 82
Grove, W., 99, 102, 107-109, 111, 113-15, 125, 132, 137; *fizik kuvvetler*, 114
Guerlac, H., 63-64 dp, 77 dp, 146, 148, 160, 183 dp, 208 dp, 265, 326 dp
Guilford, J. P., 275
Guttridge, G., 194
güç, 112-13, 117

Haas, A. E., 117 dp, 130-32 dp, 136
Haber, L. F., 184 dp
Hafner, E. M., 326 dp, 405-9
Hagstrom, W. O., 158, 160, 354 dp
Hahn, R., 167 dp
hakikat: çözümlemeli ve bireşimsel, 229 dp
Halbwachs, F., 53
Hales, S., 88, 211, 216
Hall, A. R., 151
Haller, A. von, 100 dp
Hamilton, W., 359 dp, 362 dp
Hanson, N. R., 157, 160, 176 dp, 207 dp, 229 dp, 233 dp, 239 dp, 316 dp
harmonik bilimi, 63 ve dp, 64 ve dp, 67 ve dp, 68 dp
Harvey, W., 168 dp, 199 dp
Hauksbee, F., 88
Haüy, R. J., 253 dp, 263 dp
Hawkins, D., 346 dp
Heathcote, N. H. de V., 136 dp, 264 dp, 266 dp
Heckscher, A., 118 dp
Hedebol, K. E., 97 dp
Heilbron, J. L., 103 dp
Heisenberg, W., 289 dp
Hell, B., 132 dp
Helm, G., 97 dp
Helmholtz, H. von, 107-108, 114-16, 121-23, 125, 128-30, 134
Helmont, J. P. van, 83, 87 dp, 200 dp
Hempel, C. G., 35, 310 dp, 338 dp
Herbart, J. F., 132
Hermann, C. H., 130
hermetizm, 82-85, 82 dp, 84 dp, 87 ve dp, 89, 199-200, 387
Hero, 85; *Pneumatica*, 85
Herschel, W., 212-13, 215, 217-18
Hesse, M. B., 157, 160
Hessen, B., 59 dp
hız, 116, 118, 293-318
hız kuramı, *bak* devinim kavramı
hidrodinamik, 91

hidrostatik, 63, 68, 73, 263
Hiebert, E., 117 dp, 123 dp
Hill, C., 151, 160
Hill, K., 91 dp
Hindle, B., 150, 160
Hirn, G. A., 98 ve dp, 99-100 dp, 107, 109, 114 ve dp, 122, 125, 133-34 ve dp
Hobsbawn, E. J., 180 dp
Holton, G., 253 dp
Holtzmann, K., 98 dp, 100 dp, 107, 114 ve dp, 122, 125-26, 129 dp, 137 ve dp
Hooke, R., 79, 88-89, 270
Hooke yasası, 242
Hudson, L., 196 dp
Huyghens, C., 68 dp, 79, 89, 118 dp, 253 dp, 263 ve dp, 365-66

ısı, 14, 51, 75-76, 79, 91-93, 97-138, 153, 169, 172, 174, 242, 245-46, 253, 260, 264-66, 271, 280; dinamik ısı kuramı, 100 dp, 110, 128, 135-36, 245; ısının mekanik eşdeğeri, 98, 126; fizyolojik ısı, 129-30 ve dp. *Ayrıca bak* kalorik kuramı; flojiston

içsel tarih, 13, 93, 144-48, 152, 154, 188-90, 192, 216, *ayrıca bak* tarih-yazımı gelenekleri
içselci ve dışsalcı tartışması, 13, 59 dp, 144, 150, 154-58, *ayrıca bak* dışsal tarih; içsel tarih
"iki-kültür sorunu", 195, 201
iletişim, 14, 22, 156, 184, 186, 192, 199-200, 206, 230 dp, 347, 354-56, 398, 402-403
İngiliz bilimi, *bak* bilim: İngiltere'de
Ingres, J. A., 413
insanbilim, 148
Institute for the History of Science, *bak* Bilim Tarihi Enstitüsü
"Invisible College", 86
Isis, 148
iskolastik, 66, 152
İslam bilimi, *bak* bilim: İslam'da
iş, 98-138, *özellikle* 116-28 ve dp

Jackson, P. W., 273, 275
Jammer, M., 146, 160
Jenkins, B., 122 dp
jeoloji, *bak* yerbilim
Jones, B., 111 dp
Jones, F. A., 288 dp
Joule, J. P., 102-103, 108-110, 113, 115, 122, 125, 128, 137, 242
Journal of the History of Ideas, 151, 160

kabalizm, 82 dp, *ayrıca bak* hermetizm
Kahlbaum, G. W. A., 102 dp
kalorik kuramı, 93 dp, 98 dp, 136-38 dp, 211, 241, 245, 303, 311
Kant, I., 13, 131 dp, 133-34, 400
Kant'çı gelenekler, 13, 34, 142
Kaufmann, H. von, 100 dp
Kelvin, *bak* Thomson, W.
Kemble, E. C., 91 dp
Kennard, E. H., 250 dp, 253 dp
Kepler, J., 51, 67, 68 dp, 74, 82-83, 176, 182, 235, 255, 331, 384, 386-87, 395, 408

Kepler yasaları, 176, 235
Kessler, M. M., 335 dp
kimya, 58, 72, 75-77, 79-81, 83-84, 87-88, 91, 93-95, 109, 111, 132, 140, 145-46, 148, 153, 171-72, 174, 180, 182-85, 276, 280, 355, 385, 399-400, *ayrıca bak* kalorik kuramı; flojiston
kimyasal devrim (kimya devrimi), 62 dp, 76, 77 dp, 168 dp, 183-84, 208 dp
kimyasal ilgi, 76, 79, 84, 105, 110, 115
Kirchhoff, G. R., 95
klâsik bilimler, 64-70, 73-83, 88, 153-54, 185, *ayrıca bak* geleneksel bilimler; matematiksel gelenek
klâsik kitapların işlevi, 60, 140, 169-70, 276-77, 411, *ayrıca bak* ders kitaplarının işlevi
Klein, F., 140
Knight, F., 226 dp
Koenigsberger, L., 129 dp, 131 dp, 134 dp
Kopp, H., 140
korumacılık, 85, 87
korunum: enerjinin korunumu, 13-14, 16, 97-138; kuvvetin korunumu, 107dp; gücün korunumu, 112-113; *vis viva*'nın korunumu, 116-118, 120, 130, 137 dp
Koyré, A., 12 dp, 34, 46, 59 dp, 74 ve dp, 75, 143-44, 146, 158, 160, 169, 173, 189 ve dp, 238 dp, 262 dp, 271
kozmoloji, 77
Krafft, J., 266 dp
Kristeller, P., 193
Krüger, L., 7
Kubler, G., 405, 418-19
Kuhn, S., 371
kuram (bilimsel kuram), 36-38, 43-45, 71, 79, 152, 156, 168, 173, 175, 178, 223 dp, 225, 230, 231 dp, 254, 267, 320, 327, 332, 334, 339, 341, 346-47, 383, 388, 399, *ayrıca bak* gözlem ve kuram
kuram seçme, 245-46, 256-59, 340-41, 345-49, 381-404, *ayrıca bak* bilimde değerler
kurumsal sanat ortamı, 412-13
kuşatıcı yasalar, 27, 38-40, 42
kuvantum kuramı, 35, 54-55, 235, 253, 258, 290 dp
kuvvet, 18, 47-49, 51, 56, 99-138; merkezi kuvvet, 118; kuvvetin korunumu, 107 dp
kütle, 18, 116, 118, 311

La Mer, V. K., 311 dp
laboratuvarlar, 186
Lagrange, J. L., 88, 118, 119 dp, 124 dp, 140, 235, 359 dp; *Mécanique analytique*, 118, 119 dp
Lakatos, I., 11 dp, 19 dp, 319, 337 ve dp, 382 dp
Lamé, G., 121 dp
Lange, F. A., 142
Laplace, P. S. de, 67, 88, 92, 94, 101 dp, 118, 119 dp, 129, 130 dp, 136-37 dp, 235, 241, 266; *Mécanique celeste*, 118, 119 dp
Lauritsen, T., 250 dp, 253 dp
Lavoisier, A., 10, 76, 101 dp, 104 dp, 129, 130 ve dp, 136, 137

dp, 172, 184, 208-11, 218, 231, 250, 252, 256 ve dp, 258 ve dp, 264 dp, 271, 304, 325-36, 399
Lawrence, A., 133 dp
Lawrence, R., 133 dp
Le Fèvre, J., 80
Leavis, F. R., 195
Lee, T. D., 326
Leibniz, 130-31, 146
Leonardo da Vinci, 78, 85, 87
Lexell, A. J., 213
Liebig, J. von, 99, 101, 108-109, 113, 122, 125, 128, 130, 133, 186
Lilley, S., 150, 161
Lincean Academy, 78
Linneaus, C. von, 177
London Institution, 99 dp, 111 dp
Londra Kraliyet Topluluğu, 80-81, 88, *ayrıca bak* Royal Society of London
Lorentz, H. A., 326
Lovejoy, A. O., 34, 142, 189; *Great Chain of Being*, 142
Lunar Society, 148
Lyell, C., 171

M'Gowan, G., 250 dp
Mach, E., 141, 266 dp
Mahoney, M. S., 85 dp
Maier, A., 143, 146, 161
makinalar kuramı, 117, 119 dp
makinalara bilimsel ilgi, 105-138, 183
Malthus, T. R., 176-77 dp, 177
Malus, E. L., 253 dp
mantık, 32, 36, 304, 309-13, 357-60, 368; bulgulama mantığı, 20, 230, 319-50, 389; bilgi mantığı, 320, 333-34, 339-50
Manuel, F., 198; *Portrait of Isaac Newton*, 198
manyetizma, 51, 75-76, 83, 92, 105, 110-13, 131-32, 153, 174, 182, 260, 264
Mariotte, E., 79
Marx'çılık, *bak* tarih-yazımı geleneği Marx'çı tarih-yazımı
Mason, S. F., 267 dp
Mastermann, M., 352
matematik, 63-69, 81, 86, 88, 90-91, 94, 140, 146, 152-53, 174, 185, 196, 280; salt matematik, 91; uygulamalı matematik, 91
matematikleştirme, 53-55, 92-95, 356-60, *ayrıca bak* ölçüm; nicelleştirme
matematiksel gelenek, 14-15, 58-69, 77-87, 90-94
Matisse, H., 413
Matteucci, C., 125 dp
Maxwell, G., 159 dp
Maxwell, J. C., 265, *ayrıca bak* elektromanyetik alan
Mayer, J. R., 102-103, 107, 110, 114-16, 121-23, 128-30, 133, 137
McCormmach, R., 95 dp
McKie, D., 136 dp, 233 dp, 250 dp, 256 dp, 264 dp, 266 dp
McMullin, E., 70 dp
mekanik, 9, 10, 51, 53, 80-82, 84, 86-87, 92-93, 146, 152-53, 172, 174, 185, 200, 260, 359, 399; Newton mekaniği, 9, 51, 53, 384; onyedinci yüzyıl mekaniği, 9, 11. 13, 152. *Ayrıca bak Arts mécaniques*

mekanik etki, *bak* iş
Meldrum, A. N., 208 dp, 239 dp
Melloni, M., 106 dp
Mendel, G., 415-16
Mendelssohn, E., 91 dp
Mersenne, M., 68 dp
Merton, R. K., 21, 59 dp, 89 dp, 151-52, 154, 158, 161
Merton savı, 89, 150-54, 173-74, 189
Mertoncu hız kuralı, 298
Merz, J. T., 133 dp, 138 dp, 148, 150; *European Thought in the Nineteenth Century*, 138 dp, 148-49
metafiziksel bağlanmalar, *bak* bağlanmalar
metafiziksel varsayımlar, 109, 128, 117 dp, 131 dp
metalürji, 81
meteoroloji, 330
metin çözümleme, 8-13, 28-31, 34, 46-47, 104, 141-42, 145, 188, 193, 230
Metzger, H., 136 dp, 146, 161, 211 dp, 258 dp
Meyer, E. von, 133 dp, 250 dp
Meyerson, E., 34, 142, 161, 258 dp
Michel, P. -H., 146, 161
Millar, A., 73 dp
Milton, J., *Paradise Lost*, 394
mimari, 85
mineraloji, 81
Mink, L., 38
Mohr, C. F., 99, 101-102, 107-111, 113, 115, 128, 130, 137
Molière, J. B. P., 50
Monge, G., 93
Montgolfier, M. J., 135 dp
Montmor Academy, 86
Montucla, J. E., 140
Mott, N. F., 91 dp
Mousnier, R., 179-80 dp
Mullins, N. C., 354 dp
Multhauf, R. P., 181 dp
Murdoch, J., 66 dp
Musgrave, A., 19 dp, 319 üstnot, 351-52 dp, 382 dp
Musschenbroek, P. van, 88
mühendisler, 21, 85-87, 93, 108-109, 125-26, 128, 165
mühendislik, 14, 78, 86, 109, 116-17, 121-26, 128, 183
müzik, *bak* harmonik

Nantes fermanı, 90, 174
Nash, L. K., 239 dp
Naturphilosophie, 131- 34 ve dp, 138
Navier, C. L., 120 dp, 127 dp
neden kavramı: Aristoteles'çi neden çözümlemesi, 13, 49-50; geniş ve dar neden kavramları, 48-49, 54; fizikte neden kavramları, 13, 46-57, 85; neden ile sonucun eşitliği, 112
Needham, J., 145, 161
Nelson, R. R., 181 dp
nesnellik, 19, 273-74, 348, 387-92, 400, 402, *ayrıca bak* öznellik
Neugebauer, O., 145, 161
Neumann, F. E., 95
Newton, I., 9-10, 16, 37, 51, 53, 55, 60, 67, 71, 73-74, 78-80, 83, 88, 136 dp, 146, 149, 152, 179-80 dp, 198, 231, 233-35, 238, 241, 243-44, 252-53, 255-58,

262-63, 278-79, 308, 312, 359 dp, 362 dp; *Opticks*, 78-79, 244 dp, 262, 278; *Principia*, 37, 60, 78, 172, 233, 244 dp, 354 dp, 366 dp
Newton fiziği, *bak* fizik
Newton yasaları, 52, 83, 232-35, 237, 245, 359 dp, 362 dp, 366
nicelleştirme, 78, 115-16, 126, 121 dp, 221-36, 259-68, *ayrıca bak* matematikleştirme; ölçüm
Nicolson, M. H., 149, 161
Noland, A., 151, 160
Nollet, A., 77, 80, 93
Nordenskjöld, A. E., 208 dp
normal bilim, 16-19, 225, 231, 247, 269, 274, 279, 282-86, 324-50, *ayrıca bak* bilimde bulmaca çözümü; bilimsel devrimler
Norman, R., *Newe Attractive*, 87
nümuneler, *bak* paradigmalar: standart örnekler olarak

O'Malley, C. D., 147, 161
Occhialini, G. P. S., 207 dp
Oersted, H. C., 105 ve dp, 114 dp, 132 ve dp, 133-34
Oettingen, A. von, 118 dp
Ohm yasası, 363-64
Oken, L., 133
oksijenin bulgulanması, 207-12
"olanağanüstü" bilim, 247-59, 326-27, *ayrıca bak* bilimsel bunalım
olguculuk, 158, 320
onaşma, 267, 279-80, 283
ontoloji, *bak* varlıkbilim
optik, 14, 63-64, 68-71, 74, 76-79, 85-86, 92-93, 106, 140, 152-53, 172, 174, 253, 260-63, 271, 278-80
Osgood, C. E., 295 dp

öğrencilik, 354
ölçüm: ölçümün işlevi, 16, 117, 120-21, 126, 200-71; ölçümün özel etkililiği, 221, 226, 247-59. *Ayrıca bak* matematikleştirme; nicelleştirme
öncellik tartışmaları, 102 dp, 206-209
öndeyi, 207, 232-35, 245
öngörü, önceden kestirme, *bak* öndeyi
öznellik, 387-89, 392, 398, 400-402, *ayrıca bak* nesnellik

Pagel, W., 199
Palissy, B., *Discourse*, 87
Panofsky, E., 143, 161, 193
Papin, D., 90
Paracelsus, 83, 200 dp
paradigmalar, 14, 17-19, 22, 220, 278-79, 282-87, 320 dp, 341-44, 351-80; grup bağlanması olarak paradigmalar, 19, 353. 380, *ayrıca bak* bağlanmalar: grup bağlanmaları; disiplin matrisi olarak paradigmalar, 356-57, 367-80; standart örnek olarak paradigmalar, 19, 41, 277, 341, 357, 366-67, 374, 380, 418; onaşma (oydaşma) olarak paradigmalar, 19, 280, 357-58
paradoks, 294-302
parçacıksal felsefe (parçacıkçılık), 72, 76, 82-84, 86, 89

Parent, A., 122 dp
Paret, P., 191 dp
Partington, J. R., 146, 161, 208 dp, 211 dp, 216 dp, 240 dp, 250 dp, 256 dp, 264 dp
Pascal, B., 73 ve dp, 77-78, 88, 264 dp
Pasch, A., 229 dp
Passer, H. C., 184 dp, 288 dp
Pasteur, L., 249
Paul, H. W., 94 dp
pedagoji teknikleri: tarihte ve bilim tarihinde, 28-33, 58, 61, 139, 143, 165-69, 193-99; felsefede, 28-33, 193-94; bilimde, 26, 78, 80, 84-85, 91-95, 139, 145, 187, 205, 229, 233 ve dp, 275-88, 295, 373, 389-90
Peltier, J. C. A., 105
Petit, A. T., 115, 127
physique expérimentale, 93, *ayrıca bak* deneysel fizik
Piaget, J., 46-48, 292-97, 302, 316
Piazzi, G., 217 dp
Picard, E., 98 dp
Picasso, P., 411
Pietsch, E., 117 dp
Planck, M., 10, 254 dp
Platon, 84, 327, *ayrıca bak* yeni-platonculuk
Playfair, L., 171
pnömatik, 68
Poggendorf, J. C., 115 dp, 140
Poisson, S. D., 92, 126-27, 264, 266
Polanyi, M., 314 dp
Polinière, P., 80
Poncelet, J. V., 120, 127
Popper, K. R., 20, 157; *Logic of Scientific Discovery*, 319-50
potansiyel işlevler, 118
pozitivizm, *bak* olguculuk
presizyon, *bak* belginlik
Presswood, S., 326 dp
Prévost, A., 253 dp
Price, D. J. de S., 158, 161, 218 dp, 268-71, 354-55 dp
Priestley, J., 88, 140, 208-15, 218, 263 dp, 381; *Philosophical Transactions*, 210
problem çözme, 18-19, 277-78, 286, 314, 357-80, *ayrıca bak* paradigmalar; bulmaca çözme; ders kitaplarının işlevi
Proust, L. J., 240, 364 dp
psikanaliz, 198, 328-30
psikoloji, *bak* ruhbilim
Ptoleme, 63-64, 67, 71, 74, 174, 228, 262, 331, 394; *Almagest*, 63
Ptoleme dizgesi, 77, 228, 252, 332, 334-35, 384-86, 390
püritanizm, 89-90, 151-52, *ayrıca bak* Merton savı
Pyenson, L., 96 dp

Quine, W. V. O., 22, 229 dp, 310 dp

Ramsay, W., 228 ve dp
Ramsey, F. P., 310
Randall, J. H. Jr., 69 ve dp, 167 dp
Rattansi, P. M., 87 dp, 200 dp
Réaumur, R. A. F. de, 81
Regnault, V., 93 dp, 127
Reif, F., 206 dp
Rembrandt, 411-12
Richter, J. B., 264 dp

Richtmeyer, F. K., 250 dp, 253 dp
Roentgen, G., 213-15, 217-18, 249
Roger, J., 149, 161
Roget, P. M., 100 dp, 112 ve dp, 115
Roller, D. H. D., 244 dp, 260 dp, 264 dp
Roller, D., 244 dp, 260 dp, 264 dp
romantizm, 387
Ronchi, V., 279 dp
rosicrucianism, 82 dp, *ayrıca bak* hermetizm
Rossi, P., 84-85 dp
Royal College of Chemistry, Londra, 186
Royal Society of Denmark, 97 dp
Royal Society of London, 148, *ayrıca bak* Londra Kraliyet Topluluğu
ruhbilim: geştalt ruhbilimi, 12, 28-29, 62 dp, 322; ruhbilim tarihi, 147; ruhbilim ve bilim tarihi, 46-57, 195, 197-98, 291; araştırma ruhbilimi, 348-50; ruhbilim ve bilim, 20, 46-48, 95, 95-96 dp, 104, 114 dp, 130, 133 dp, 195, 272-88, 291-95, 368-69, 382, 397
Rumford, B. T., 100-101 dp, 136 ve dp
Runes, D. D., 288 dp
Rusk, R. D., 250 dp
Russel, B., 142, 161, 189 dp

Sachs, J., 140
sanat ve bilim, 20, 85-87, 169, 169, 175, 182-83, 190-95, 197-98, 201, 276, 279-80, 405-19
sanayi, 80-81, 91, 115-17, 167, 180-85, 189, *ayrıca bak* zanaatlar ve bilim
sanayi devrimi, 116, 167, 179-80 dp, 181, 183, 185
Santillana, G. de, 151
Sarton, G., 143, 158, 162, 187
Sauveur, J., 68 dp
Savery, T., 122 ve dp
Schagrin, M. L., 364 dp
Scheele, C. W., 208, 212
Scheffler, I, 382 dp, 389 dp
Schelling, F. W. J., 131-33
Schilpp, P. A., 319 dp
Schimank, H:, 117 dp
Schofield, R. E., 148, 162, 183 dp
Schorske, C., 191
Schrödinger, E., 367 dp, 412
Scientific American, 410
Seebeck, T. J., 105
Séguin, A., 136 dp
Séguin, M., 98 ve dp, 102, 104 dp, 107, 109, 114 ve dp, 122, 125, 127-29, 129 dp, 135 dp, 137 ve dp
Selye, H., 273
Shapere, D., 352 dp, 382 dp
Shryock, R. H., 150, 162
Silliman, R. H., 94 dp
simgeler, *bak* bilimsel simgeler
simya, 72, 75, 260
Singer, C. J., 147, 162
Singleton, C. S., 84 dp, 199 dp
Smeaton, J., 122 ve dp, 138 dp
Smith, A., 177
Snell, W., 262
Snell'in kırılma yasası, 255, 262

Snow, C. P., 195, 355
Sommerfeld, A., 193
Sommerville, M., 106-108, 107 dp
sosyal bilimler, *bak* toplumsal bilimler
sosyoloji, *bak* toplumbilim
Spencer, H., 177
Spengler, O., 268
Spiers, A. G. H., 264 dp
Spiers, I. H. B., 264 dp
Sprat, T., 148
Stahl, G. E., 136 dp
Stahlman, W., 330 dp
statik, 63-64, 66, 68, 86, 182, *ayrıca bak* hidrostatik
Stauffer, R. C., 105 dp, 132 dp
Stegmüller, W., 19 dp
Stevin, S., 85
Stocking, G. W. Jr., 148, 162
Suppe, F., 351 üstnot
Suppes, P., 363 dp
sürgit devinim, 112, 123 dp, 125, 135, 136 dp
sürtünme, 105-106
Swerdlow, N., 64 dp
Swineshead, R., 298

Tannery, P., 143
tarım, 81, 183
tarih: açıklama olarak tarih, 8-12, 27, 38-42; düşünsel tarih, 148-49, 170-202; sosyo-ekonomik tarih, 144, 167, 170, 190; Whig'çilik, 172 ve dp, 193
tarihsel yasalar, *bak* kuşatıcı yasalar
tarih biliminin yöntemleri, 8, 25-26, 29-33, 38-42, 47-48, 104, 143-44, 266, *ayrıca bak* kuşatıcı yasalar; yorumbilimsel yöntem; metin çözümlemesi
tarih ve bilim tarihi, 12, 163-202
tarih-yazımı gelenekleri, 58-62, 140-158, 164, 177, 187-190; Marx'çı tarih-yazımı, 144, 150, 182, 193, 328. *Ayrıca bak* bilimin dışsal tarihi; bilimin içsel tarihi
tarih-yazımı modelleri, 13, 38-39, 41-42, 144, 151, 170, 188-90, 197-98
tarih-yazımının problemleri, 13, 58-62, 66 dp, 166-67, 192, 200-219, 303, 319-35, 345-46
tartışma, *bak* bilimsel tartışma
Taton, R., 93 dp, 148, 162
Tawney, R. H., 89
Taylor, C. W., 17 dp, 181 dp, 269 dp
Taylor, L. W., 213 dp, 218 dp
Technische Hochschulen, 182
teknoloji, 78, 141, 151-52, 156, 179-85, 189; teknoloji ve bilim, 179-85, 189, 287-288
temas kuramı, *bak* galvanizm
termodinamik, 35, 97-138, 182-84
"termodinamiğin beşinci yasası", 227
"termodinamiğin dördüncü yasası", 227 dp
Tesla, N., 288
Thales, 327
Theophrastus, 65 dp
Thomson, J. J., 250 dp
Thomson, W. (Lord Kelvin), 98 dp, 138 dp, 220 ve dp, 226, 264, 271

Thorndike, L., 145, 162, 329-30 dp, 332 dp
tıp, 65 dp, 68 dp, 77, 90, 75, 153, 184, 330, *ayrıca bak* eczacılık
tıp kurumları, 65 dp, 68 dp, 80, 153-54
toplumbilim, 27, 144, 158; bilim toplumbilimi, 21, 33, 36-37, 61, 158, 165, 181, 353-54, 419; *ayrıca bak* bilgibilim; bilimsel bilgi; Merton savı; toplumsal bilim ortamı
toplumsal bilimler, 38-39, 75, 147, 154, 158, 240, 268-69, 276, 279-80, 327
Torricelli, E., 74 ve dp, 86, 263
Toulmin, S., 308 dp
trigonometri, 92
Troeltsch, E., 89
Truesdell, C. A., 146, 162, 336 dp
tutarlılık (bir kuramın tutarlılığı), 289-318, 383, 385-86, 394, 402-403
tümevarım, 355, 405

Ulusal Enstitü, *bak* Fransız Bilimler Akademisi
Unwin, W. C., 183 dp
uygulamalı bilim, *bak* teknoloji ve bilim
uzaktan etki, 51, *ayrıca bak* kuvvet; Newton fiziği

üniversiteler, 80-85, 132, 153-54, 182

Vallery-Radot, R., 250 dp
varlıkbilim, 10, 82 ve dp, 356
varsayımlar, 20, *ayrıca bak* bağlanmalar: grup bağlanmaları
veri, 40, 77, 79, 84, 126-28, 150, 224-27, 237-40, 282, 315, 320, 331, 368-79, 407, *ayrıca bak* ölçüm
verimlilik (bir kuramın verimliliği), 383, 398, 403
Vinding, P., 133 dp
vis viva, 101 dp, 116-22 ve dp, 124 ve dp, 130, 137 dp
vis viva'nın korunumu, *bak* korunum
vitalizm, *bak* dirimselcilik
Vitruvius, 85-86; *De architectura*, 85
Volta, A., 105, 112
Volta pili, 105, 259
Vucinich, A., 148, 162

Waard, C. de, 74 dp
Walker, W. C., 264 dp
Watt, J., 122, 183
Weber, M., 89, 151
Weber, W. E., 95
Westfall, R. S., 149, 162
Weyrauch, J. J., 97 dp, 103 dp, 115 dp, 121 dp, 123 dp, 129 dp, 137-38 dp
Wheatstone Bridge, 363-64
Whewell, W., 140, 235 dp, 252 dp, 261 dp
White, J. H., 256 dp
Whittaker, E. T., 105-106 dp, 146, 162, 252-53 dp, 264 dp
Whorf, B. L., 310 ve dp
Wiener, P. P., 151, 160
Wilcke, J. C., 76
Windelband, W., 133 dp
Wirth, L., 220 dp

Wittgenstein, L., 157
Wohlhueter, W., 19 dp
Wolf, A., 233-34 dp, 244 dp, 261-62 dp
Wolf, R., 217 dp
Wolff, C. F., 131 dp
Wollaston, W. H., 263 dp

X ışınlarının bulgulanması, 207, 213-14, 218, 249

yaklaştırım, 227, 235, 242, 247-49, 254
yalınlık (bir kuramın yalınlığı), 383, 385-86, 391-92, 403, 407
Yang, C. N., 326
yanılma, 20, 323, 333-36, 343
yanıltma, 329, 337-39
yararcılık, 87-89
yararlılık, *bak* bilimin yararlılığı
yaratıcılık, 272-88
Yates, F. A., 84 dp, 143, 162, 199 ve dp
yeni-platonculuk, 82 dp, 85, 152, 176, 200, 387, *ayrıca bak* hermetizm
yenilik: sanatsal, 405, 410-12, 415-17; bilimsel, 252-88, 405, 417
yerbilim, 140, 147, 276, 280
yerel devinim, 66-86
yorumbilim ve yorumbilimsel yöntem, 11, 13
Young, R. M., 176-77 dp
Young, T., 252-53 dp, 262

zaman kavramı, 35, 46
zanaatçılar, 75, 84, 152, 154, 181-82, 260
zanaatlar ve bilim, 72, 75-77, 86-87, 150, 153, 174, 182-83, 189, 191, 200, 260, 330, *ayrıca bak* sanayi
Zilsel, E., 151, 260 dp
Zittel, K. A., 140

Thomas S. Kuhn, fizik öğreniminin ardından bilim tarihine ve felsefesine yönelmiş, Aristoteles fiziğinin, Newton mekaniğinin ve parçacık fiziğinin yayılım alanlarını araştırmış, bilimsel devrimlerin yapısını incelemiş ABD'li bilim adamıdır.

Kuhn'a göre bilim, yeterli sayıda bilim adamının bir *paradigma*'yı kabul etmesiyle başlar. Bu "normal bilim" döneminde bilim topluluğunun başlıca etkinliği "bulmaca-çözme"dir. Ama zamanla topluluk uygunsuzluk ya da aykırılıklarla karşılaşır, çünkü başlangıçtaki *paradigma* artık yetersiz kalmaya başlamıştır. Böylece topluluk bunalıma girer. Bunalımdan ise bilimsel devrim doğar: sonuçta yeni bir *paradigma* kabul edilir, yeni bir normal bilim dönemi başlar. Böylece Kuhn, bilimlerde doğrusal gelişme görüşünün karşısına, dairesel gelişme görüşünü çıkarmıştır.

Asal Gerilim, Kuhn'un bilimsel gelenek ve değişim üzerine incelemelerinden derlediği bir seçki; dolayısıyla Kuhn bize bu kitabında kendisiyle topluca tanışma, çeşitli konulardaki ve çeşitli zamanlardaki görüşlerini birarada görme fırsatını veriyor.

9 789757 942092

ISBN 975 - 7942 - 09 - X