

Keyifli Okumalar Dileriz

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

RESMİ WEB SİTEMİZ

<https://rantey.org>

Yedek ve Duyuru Kanallarımız

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

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

BİLİM ve KÜLTÜR ESERLERİ DİZİSİ

BATI KLASİKLERİ

HENRI POINCARÉ

BİLİM ve METOT

(Science et Méthode)



1986

**BİLİMLERİN
ÜCRETSİZ PDF KİTAP ARSİVİ -**

KitapArsivi

-

https://

ran

tey.org

.

BATI KLASIKLERI

BİLİM ve METOT

(Science et Méthode)

HENRI POINCARÉ

Çevirenler :

Prof. H. R. ATADEMİR ve S. ÖLÇEN

ÜÇÜNCÜ BASIŞ



DEVLET KİTAPLARI .

MİLLÎ EĞİTİM BASİMEVİ — İSTANBUL 1986

512

78

MİLLÎ EĞİTİM GENÇLİK ve SPOR BAKANLIĞI YAYINLARI : 512
BİLİM ve KÜLTÜR ESERLERİ DİZİSİ : 78

Millî Eğitim Gençlik ve Spor Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı'nın 30.1.1986 gün ve 631 sayılı kurul kararı ile bastırılması uygun görülmüş, Yayınlar Dairesi Başkanlığı'nın 6.3.1986 gün ve 2265 sayılı emri ile 5000 adet basılmıştır.

ÖNSÖZ

*Henri Poincaré'nin 1908 de yayımladığı "Bilim ve Metot" bilimler felsefesine veya mantığına dair bu seride çıkan öbür üç eseriyle bir bütün teşkil eder. Vaktiyle büyük matematikçimiz Salih Zeki'nin dilimize çevirdiği bu eserin yeniden tercümesinin, hem — kendimizin de yanlışsız olduğumuzu iddia-
dan çok uzak olarak, -- bu ilk tercümedeki bazı atlamaları ve eksikleri bertaraf etmesi bakımından, hem de dil bakımından bilimler felsefesiyle uğraşan bugünün okuyucusuna faydalı olacağını sanıyoruz...*

Henri Poincaré bu kitapta çeşitli konulardaki yazı ve konferanslarını dört bölümde toplar. Burada da hem bir bilgin - filozof olarak, hem de yerleri geldikçe değil, yerini getirerek aynı zamanda bir psikolog - pedagog olarak tabiat bilimlerini olduğu kadar, matematik bilimlerini ve mantığı ilgilendiren en mühim meseleleri, bilim kavram ve prensiplerini, zamanı için en yeni ve temelli bilim ve evren anlayışlarını ele almakta; ele aldığı her meselede bir yeni görüş, bir yeni çözüm vermekte; hiç değilse, her defasında bilim felsefesiyle uğraşanlar için aydınlatıcı ve açıcı, araştırmacılar için çok verimli ve yönlendirici fikirlerini her bahse serpiştirmektedir.

Kitabın adından belki onun bir "Metodoloji" kitabı olduğu sanılabilir. Gerçekte, klâsik mânada

bir metodoloji kitabı olmamakla beraber müellifin öbür kitaplarında olduğu gibi burada da geniş ölçüde bilimlerin felsefesinin başlıca meseleleri olan bilim metodu meselesine, olgular karşısında bilginin durumunun tahliline, türlü bilimlerin arasında metodolojik bir birlilik düşüncesine büyük yer verdiği görür. Müellifin hâkim düşüncesi, “aklı” ile “tabii”nin münasebet ve sınırlarını ilgilendiren konuların tahlili olup düşüncelerini her vesileyle okuyucunun önüne serer. Bilim metodu dogmatiklerine ve scientiste'lere karşı tendikçi olduğu kadar açıklayıcı durumunu belirtir.

Bilimlerin gelişmesi, tesadüf anlayışı, matematik istidlâl hakkında klâsikleşen düşünceleri, türlü klâsik ve modern görüşlere karşı ileri sürdüğü fikirleri, bilim ve evren anlayışı içinde matematik, astronomi, fizik ve mantık bilimlerinin karşılıklı münasebetleri hakkındaki görüşleri yanında ve arasında öylere vardır ki, bunların değerini şimdiden kestirmek mümkün değildir. Yalnız bugün büyük ve temelli bir gelişme arz eden bilim anlayışımızın, matematik ve mantık anlayışlarımızın çürütür görüşü olduğu görüşleri de hiç değilse bilim düşüncesinin gelişmesindeki hizmetiyle değerlendirilmesi ve tarihi değerinin tanınması yerinde olur.

Eser okundukça görülecektir ki, Henri Poincaré bir yönlü ve dar bir ihtisas adamı değil, türlü bilim dallarında genişliğine bilgisini önümüze açık ve çekici bir şekilde sermeyi bilen nâdir zekâlardan biridir. Onun hususiyetini, izah ve iknadan ziyade okuyucuyu mütemediyen düşündürmekte, yani yeni

düşüncelere götürmek ve yeni hakikatleri buldurmakta olduğu görülecektir. Okuyucular bu kitapta da, onun ele aldığı bir mesele hakkında kendi aradıklarını, bilgisizlik ve şüphelerini giderecek gerçekleri değil, çok defa ona has olan bir sadeleştirme içinde bambaşka bilgiler de bulacaklar ve yeni hakikatlere doğru düşüncelerinde kuvvet ve hız elde edeceklerdir. Poincaré ele aldığı her meselede kendinden öncekileri iyi bilen ve iyi anlamış bir düşünür sıfatıyla eserini, usandırıcı, sıkıcı satırlar ve sayfalar arasında okuyucuya vakit kaybettiren bir kırkambar olmaktan ziyade, onu, meselelerin ve düşüncenin dolaştıra dolaştıra aydınlığa çıkaran mümtaz bir düşünce kılavuzu haline getirmek istemiştir. Poincaré'nin her bir yazısının ve her bir düşüncesinin tahliline bir "önsözün" çerçevesi asla müsait olamayacağından biz burada okuyucuya, onun hayat ve eseri hakkında daha çok bilgi edinmek isterse, aynı seride yayımlanmış olan "Son Düşünceler" tercümesinin önsözüne bir göz atmaya davet etmekle yetiniriz.

H. R. ATADEMİR — S. ÖLÇEN

BİLİM VE METOT

GİRİŞ

Burada doğrudan doğruya denebilecek şekilde bilim metodolojisi meselelerine taallûk eden türlü incelemeleri topladım. Bilim metodu gözlem ve deneme yapmaktan ibarettir; bilginin zamanı hudutsuz olsaydı kendisine: “Bakınız, iyi bakınız” demekten başka yapacak bir şey kalmazdı; ama onun her şeyi görecektir, hele iyi görecektir zamanı olmadığından, kötü görmektense hiç görmemek de daha iyi olduğundan bir seçim yapması gereklidir. Öyle ise ilk mesele bu seçmeyi nasıl yapması gerektiğini bilmekten ibarettir. Soru tarihçi için olduğu gibi, fizikçi için de sorulmaktadır; aynı zamanda matematikçi için de varittir; onları da, öbürlerini de sevk ve idare etmesi gerekli ilkeler arasında benzerlik yok değildir. Bilgin bunlara içgüdü ile uyar ve bu ilkeler üzerine düşünerek, matematiğin geleceğinin ne olabileceğini önceden kestirebilir.

Bilgin iş başında görülürse bunun daha iyi farkına varılacaktır ve ilkin icadın, hususiyle matematik icadın psikolojik mekanizmasını bilmek lâzımdır. Matematikçinin çalışma metotlarının müşahadesi psikolog için bilhassa öğreticidir.

Bütün gözlem bilimlerinde duygularımızın ve aletlerimizin yetkisizliklerinden ileri gelen yanılgı-

ları hesaba katmalıdır. Hele şükür, bazı şartlar altında bu yanlışmaların bir kısmının ortalamalarda ortadan kalkacak şekilde telâfi edildikleri kabul olunabilir; bu telâfi tesadüften ileri gelmektedir. Ama tesadüf nedir? Bu kavramın doğruluğunu göstermek, hattâ, onu tarif etmek güçtür. Bununla beraber gözlem yanlışmaları hakkında dediklerim bilginin bundan geçemeyeceğini gösterir. Öyle ise bunca gerekli ve bunca kavranılamaz olan bu kavramın mümkün olduğu kadar açık bir tarifini vermek zaruridir.

Bunlar, hemen bütün bilimlere uyan birtakım umumi bilgilerdir; söz gelimi, matematik icadın mekanizması umumi olarak icadın mekanizmasından duyulabilecek şekilde farklı değildir. Bundan sonra özel olarak bazı hususi ilimleri, ilkin sırf matematiğe ait meseleleri inceliyorum.

Bunlara ayrılmış olan bahislerde bir parça fazla soyut konuları incelemek zorundayım. İlkin, mekân kavramının sözünü etmem gerekir. Herkes bilir ki mekân izafi (relatif) dir, veya daha çok, herkes ona öyle der; ama ne kadar kişi hâlâ onu sanki mutlak imiş gibi düşünür; bununla beraber bunların hangi tenakuzlara mâruz bulunduklarını görmek için biraz düşünmek yeter.

Öğretim meselelerinin ilkin büyük bir ehemmiyeti vardır; sonra, işlememiş kafalara yeni kavramları sokmanın en iyi yolu üzerinde düşünmek, aynı zamanda, bu kavramların atalarımız tarafından kazanılış tarzı üzerine ve bunun neticesi olarak gerçek kaynakları üzerine, yani gerçek tabiatları üzerine düşünmek demek olduğu için bu meseleler önem-

liyidiler. Niçin çocuklar bilginleri tatmin eden tarifleri çok defa anlamazlar, niçin onlara başka tarifler yapmak gerekir? Bundan sonra, gelecek bahiste kendime soracağım soru işte budur; çözümü ise, bilimler mantığı ile uğraşan filozoflara faydalı düşünceler telkin edecektir, sanırım.

Bir yandan da, birçok matematikçiler matematiğin formel mantık kaidelerine irca olunabileceğini sanıyorlar. Bu yönde işitilmemiş gayretler sarf edildi, buna erişmek üzere, söz gelimi anlayışlarımızın doğuşunun tarihî sırasını altüst etmekten korkulmadı ve sonlu sonsuzla açıklanmaya çalışıldı. Meseleyi tarafsız olarak incelemek isteyen herkes için burada aldatıcı bir kuruntu olduğunu göstermeye muvaffak olduğumu sanırım. Umarım ki okuyucu meselenin önemini anlıyacak ve beni bunlara ayırdığım sahifelerin kuruluşundan dolayı affedecektir.

Mekanîğe ve astronomiye ait son bahisler daha kolayca okunacaktır.

Mekanik tam bir evrim geçirmek üzeredir. En iyi konulmuş görünen kavramlar cesur yenileyiciler tarafından hücumla uğramışlardır. Muhakkak olarak, onlara sırf yenileyici olduklarından dolayı bugünden hak vermek zamansız olacaktır. Ama onların doktrinlerini tanıtmakta fayda vardır, işte benim yapmaya çalışacağım da budur. Mümkün olduğu kadar tarihî sırayı takibettim; çünkü yeni fikirler, kendilerinin nasıl doğmuş oldukları görülmezse, çok garip görüneceklerdir.

Astronomi büyük manzaralar arz ediyor ve ortaya azametli meseleler atıyor. Bunlara doğrudan

doğruya deneme metodunu tatbik etmek düşünülemez. Laboratuvarlarımız çok küçüktür. Fakat bu laboratuvarların erişmemize elverdikleri olgularla benzerlik, bundan böyle, astronomu sevk ve idare edebilir. Söz gelimi, samanyolu hareketleri ilkin bir karda gıtmez görünen bir güneşler topluluğudur. Fakat bu topluluk gazlerin kinetik teorisinin bizlere özelliklerini bildirdiği bir gazın moleküllerinin topluluğuna kıyaslanamaz mı? Böylelikle başka bir yoldan fizikçinin metodu astronomun yardımına koşabilir.

Hâsılı, birkaç satırla Fransız geodezisinin gelişme tarihini yapmak istedim; ne sebatlı gayretler ve çok defa ne tehlikeler pahasına, geodezicilerin bize arzın görünüşü üzerine elimizde bulunan bazı bilgileri sağladıklarını gösterdim. Bu, bir metot meselesi mi? Evet, şüphesiz; bu tarih bize gerçekte ciddi bir ilmî ameliyeyi hangi tedbirlerle çevrelemek gerektiğini ve yeni bir ondalık kazanmak için ne kadar zaman ve emek gerektiğini öğretiyor.

BİRİNCİ KİTAP

BİLGİN VE BİLİM

BÖLÜM I

OLGULARIN SEÇİLMESİ

Tolstoy bir yerde, “bilim için bilim” düsturunun neden kendince saçma bir anlayış olduğunu açıklar. Biz bütün olguları bilemeyiz, çünkü sayıları filiyatta sonsuzdur. Seçmek gerekir; o zaman da bu seçimi sırf tecessüsümüzün havasına göre düzenliyebilir miyiz; faydayı, amelî, hele ahlâki ihtiyaçlarımızı kılavuz edinmemiz daha iyi olmaz mı; gezegenimiz üzerinde bulunan hanumböceklerini saymaktan daha iyi yapacak başka işimiz yok mu?

Ona göre fayda kelimesinin, iş adamlarının, ve onların ardından da çağdaşlarımızın çoğunun bu kelimeye verdikleri mânâyı haiz olmadığı açıktır. Daha çok ahlâki ilerlemeye engel olarak saydığı sanayideki tatbikatla, elektrik veya otomobilciliğin mucizeleriyle pek ilgilenmez; faydalı olan şey ancak insanı daha iyi yapabilen şeydir.

Bana gelince, bilmem söylememe lüzum var mı, ben bu ülkülerden ne biri ile, ne de öbürü ile kanaat edemeyeceğim; ne şu doyma bilmez ve dar kağıtalı zenginler saltanatı (ploutocratie), ne de sadece

sol yanağını uzatmakla meşgul olan ve aşırılıkları önliyerek hastalıktan değilse de muhakkak olarak can sıkıntısından ölecek tecessüssüz birtakım bilgele-
rin yaşayacağı şu faziletli ve orta halli halk saltana-
tını istemiyeceğim. Fakat bu bir zevk meselesidir,
benim de üzerinde tartışmak istediğim nokta bu de-
ğildir.

Mesele bu kadarla bitmiş olmuyor, hem de dik-
katimizi çekmek zorundadır; bizim seçmemiz ancak
keyfimize veya derhal sağlanacak faydaya göre tâ-
yin edilebilirse, ortada ne bilim için bilim kalabilir,
ne de bunun sonucu olarak bilim. Bu doğru mu? Bir
seçim yapılmasının gerekmesi, bu, söz götürmez;
faaliyetimiz ne olursa olsun, olgular bizden daha ça-
buk gelip geçerler, biz de onları yakalayamayız; bir
bilginin bir olguyu açığa çıkarması sırasında, kendi
vücudunun bir milimetre kübünde milyarlarca mil-
yar olgular hâsıl olmaktadır. Tabiatı bilim içine sığ-
dırmak istemek, bölüm içine bütünü sokmaya kalkış-
mak olur.

Fakat bilginler olguların zorunlu bir sırası ol-
duğuna ve onlar arasında isabetli bir seçim yapıla-
bileceğine inanırlar; hakları var, çünkü bunsuz bilim
olmıyacaktı, halbuki bilim vardır. Ancak iş adamları
var olsaydı, bunlardan önce de ihtiyaç içinde ölen
menfaat gütmeyen, faydalı olanı hiç düşünmeyen,
bununla beraber arzu ve heveslerinden başka bir kı-
lavuzları olan deliler gelmemiş olsaydı bir sürü iş
adamlarını zenginleştiren sanayiî fetihlerinin hiçbir
zaman meydana gelmiyeceğini görmek için gözlerini
azıcık açmak yeter.

Mach'ın dediği gibi, bu deliler, kendilerinden sonra gelecekleri, düşünmek zahmetinden korudular. Ancak derhal yapılacak bir tatbikat maksadiyle çalışmış olanlar, arkalarında hiçbir şey bırakmıyacaklar, yeni bir ihtiyaç karşısında her şeye yeni baştan başlamak zorunda kalırlar. Halbuki insanların çoğu düşünmekten hoşlanmazlar, belki de bu bir iyiliktir, çünkü içgüdü onları sevk ve idare eder; çok defa da, hiç değilse doğrudan doğruya ve daima aynı bir maksat takibettikleri her defasında, aklın arı bir zekâyı sevk ve idare etmesinden daha iyi olarak. Fakat içgüdü değişmiyen ve tazelenmiyen bir gücdür; düşünce onu verimli kılmazsa insanda da arı veya karıncadakinden daha çok gelişemez. Oyle ise düşünmekten hoşlanmıyanlar için de düşünmek gerekir, hem bunların sayısı çok olduğundan düşüncelerimizin her birinin mümkün olduğu kadar çok faydalı olmaları gerekir. İşte bu yüzden bir kanun ne kadar umumi olursa o kadar da değerli olacaktır.

Bu bize, bizim seçmemizin nasıl olması gerektiğini gösterir; en ilgi çeken olgular birçok defalar işe yarayan olgulardır; bunlar yenilenmek ihtimali olanlardır. Bu çeşit olguların bulunduğu bir âlemde doğmak saadetini elde ettik. Farz edelim ki 60 kimya unsuru yerine 60 milyar unsurumuz olsun. Bunların bir kısmı bol, bir kısmı da nadir olmayıp biteviye dağıtılmış bulunsun. O zaman, her defasında yeni bir çakıl topladıkça bilinmiyen herhangi bir özden yapılmış olması için büyük bir olasılık bulunacaktır; bizim öbür çakıllar hakkındaki bütün bildiğimizin bunun için hiçbir değeri olmayacaktır. Her

yeni nesne karşısında tıpkı yeni doğmuş bir çocuk olacaktır. Onun gibi heveslerimize veya ihtiyaçlarımıza boyun eğmekten başka bir şey elimizden gelmiyecekti; böyle bir âlemde belki bilim olamıyacaktı: belki de düşünce, hattâ hayat imkânsız olacaktı, çünkü evrim olduğu gibi kalmak isteyen içgüdülerimizi orada geliştiremiyecekti. Hele şükür, bunlar böyle değildir. Alışılan bütün saadetler gibi bu da değerrine göre takdir edilmemiştir. Neviler değil de ancak fertler bulunsaydı, veraset babalara benzeyen oğullar vücuda getirmeseydi biyolojist de müşkül durumda kalacaktı.

Öyle ise yenilenmek ihtimali olan olgular hangileridir? Bunlar ilkin yalın olgulardır. Karışık bir olgu da, bin bir halin gelişigüzel toplandığı ve ancak daha az muhtemel bir tesadüfün de onları yeniden toplayabileceği açıktır. Ama yalın olgular var mı, varsa onları nasıl bilmeli? Bize kim der ki bizim yalın sandığımız şey korkunç bir karışıklıkla örtülü değildir? Bizim bütün diyebileceğimiz şey, bayağı gözlerimizle birbirine benzemiyen birtakım unsurları ayırdettiklerimize yalın görünen olguları tercih etmek zorunda kaldığımızdır. O zaman da iki şeyden biri: ya bu yalınlık gerçektir, veya unsurlar, ayırdedilemiyecek şekilde, yetecek kadar birbirine sımsıkı karışmıştır. Birinci halde bizim bu aynı yılın olguya ister bütün arıklığı içinde, ister karışık bir bütün içine bir unsur gibi girmiş olarak raslamamız ihtimali vardır; ikinci halde bu gayet iyi karışık bütüpün de aynı cinsten olmıyan bir yığından daha çok hâsıl olması ihtimali vardır; tesadüf karıştırmayı bilir, ayırmayı

bilmez ve birçok unsurlarla, içinde herhangi bir şey ayırdolunan iyi düzenlenmiş bir yapı kurmak için bu yapıyı hususi olarak yapmalıdır. Öyle ise içinde herhangi bir şey ayırdolunan bir yığının her zaman vücut bulması ihtimali pek azdır. Bunun aksine olarak, ilk bakışta mütecanis gibi görünen bir halitanın birçok defalar yenilenmesi ihtimali daha çoktur. Öyle ise yalın görünen olgular, hattâ yalın olmasalar bile, tesadüf ile daha kolayca tekrarlanabileceklerdir.

Bilgin tarafından içgüdü ile benimsenmiş metodun doğruluğunu gösteren şey de budur; onun doğruluğunu belki daha iyi gösteren bir şey de, muhakkak olarak kendilerine alıştığımız için sık sık vâkı olan olguların bize yalın görünmeleridir.

Fakat yalın olgu nerededir? Bilginler onu iki uçta, sonsuz büyük ile sonsuz küçükte aradılar. Astronom yalın olguyu, yıldızların uzaklıkları çok büyük olduğundan o kadar büyük buldu ki bu yıldızlardan her biri artık ancak bir nokta gibi görünüyor; o kadar büyük buldu ki kalitatif farklar ortadan siliniyor. Çünkü bir nokta, bir şekli birtakım vasıfları haiz olan bir cisimden daha yalındır. Fizikçi ise, bunun aksine olarak, ilk yalın olguyu cisimleri itibari bir şekilde küb halinde sonsuz küçüklere bölerek aradı; çünkü bir cismin bir noktasından öbür noktasına geçildiği zaman meselenin ağır ve sürekli değişmelerle duçar olan şartları küçük küblerin her birinin içinde sabit kabul edilebileceklerdir. Bunun gibi biyolojist, içgüdü ile, hücreyi bütün bir hayvandan daha ilgi çekici saymaya doğru gitti ve hâdiseler de ona hak verdi, çünkü en çeşitli uzviyetlere ait olan hücreler, ben-

zerliklerini kabul edebilen kimse için bu uzviyetlerinin benzediklerinden daha çok birbirine benzerler. Sosyolojist daha çok zorluk içindedir ona göre insanlardan ibaret olan unsurlar, birbirinden çok farklıdır, çok mütehavvildirler, çok hercaidirler, bir tek kelime ile çok karıştırlar. Hem, tarih de yeni baştan başlamaz; öyle ise yeni baştan başlayabilen ilgi çekici olguyu nasıl seçmeli? Metot, muhakkak, olguların seçilmesidir; öyle ise ilkin bir metot tasarlayanın yolunu aramalı. Hiçbir metot kendini kabul ettiremediğinden pek çok tasarlandı da; her sosyoloji tezi esasen yeni doktorun tatbikından çekindiği yeni bir metot teklif ediyor, öyle ki sosyoloji en çok metoda, en az neticeye sahibolan bir bilimdir.

Öyle ise muntazam olgulardan başlamak uygundur. Ama kaide iyice kurulur kurulmaz, şüphe-den uzak olur olmaz, bu kaideye tamamiyle uygun olan olgular da pek az zamanda, artık bize hiçbir yeni şey öğretmediklerinden, ehemmiyetlerini kaybederler. İşte o zaman ehemmiyet kazanan müstesna olgulardır. Her şeyden önce ayrılıklarla ilgilenmek üzere benzerlikleri aramaktan vazgeçilecek ve ayrılıklar arasında da sade en çok göze çarpanı olduklarından değil, en çok öğretici olduklarından ötürü ilkin en çok belli olanı seçilecektir. Basit bir misal fikrimi daha iyi anlatacaktır; noktalarından birkaçını göz önünde tutmakla bir eğrinin tâyininin istenildiğini farz edelim.

Derhal elde edilecek bir faydadan başka bir şey düşünmiyen pratikçi yalnız herhangi hususi bir nesne için kendisine muhtaç olduğu noktaları gözler;

bu noktalar eğri üzerinde kötü bir şekilde dağılmışlardır; bazı bölgelerde az, bazı bölgelerde fazla yığılmış olacaklar. Öyle ki bunları sürekli bir çizgiyle birbirlerine bağlamak imkânsız ve başka tatbikat için de faydalanılamaz olacaklardır. Bilgin fark gözetmeksizin işe girecektir; eğriyi eğri olarak incelemek istediğinden, gözlenecek noktaları muntazam bir şekilde dağıtacak ve bu noktalardan bazılarını öğrenir öğrenmez, muntazam bir çizgiyle onları birbirine birleştirecek ve bütün eğriyi elde edecektir. Fakat bunu nasıl yapacak? Eğrinin uc noktasını tâyin etmişse ve bu ucun tam yanında kalmıyacak, ilkin öbür ucu na koşacaktır; iki ucdan sonra en öğretici nokta ortadaki nokta olacaktır ve böylece devam edecektir.

Böylece bir kaide ortaya konulduğu zaman, ilkin bizim arıyacağımız şey bu kaidenin en çok hatalı bulunduğu hallerdir. Buradan, başka başka sebepler arasında, astronomik olguların faydasını, jeolojik geçmişin faydasını arıyacağız: mekânda daha uzaklara veya zamanda daha uzaklara giderek mutat kaidelerimizi büsbütün altüst olmuş bulabiliriz; ve bu büyük altüst olmalar ise bizim çok yakınlarımızda, yaşamaya ve faaliyette bulunmaya davet olunduğumuz âlemin küçük köşesinde meydana gelebilecek küçük değişimleri daha iyi görmemize, daha iyi anlamamıza yardım edeceklerdir. Bu köşeyi hiçbir işimiz gücümüz olmiyan uzak diyarlara seyahat etmiş olmamızdan daha iyi tanıyacağız.

Fakat bizim göz önünde tutmak zorunda olduğumuz şey, görünüşteki ayrılıklar altında gizli benzerlikleri bulmaktan daha az, benzerlikleri ve

farkları belirtmekten ibarettir. Hususi kaideler ilkin birbirlerini tutmazlar, ama daha yakından bakılacak olursa, umumiyetle görürüz ki bu kaideler birbirlerine benzerler. Madde bakımından farklı olarak şekil yönünden, bölümlerinin sırası bakımından birbirlerine yaklaşırlar. Biz onları bu yönden müतालâa ettiğimizde onların genişlediklerini ve her şeyi içlerine almaya doğru gittiklerini göreceğiz. İşte bir bütünü tamamlıyacak olan ve öbür bilinen bütünlüğün tıpkısı tıpkısına hayalî olduğunu gösterecek olan bazı olguların değerini vücuda getiren şey budur.

Daha fazla ısrar edemem, fakat şu birkaç kelime, bilginin gözlemek zorunda olduğu olguları gelişigüzel seçmediğini göstermeye yeter. O, Tolstoy'un dediği gibi hanımböceklerini saymaz, çünkü ne kadar ilgi çekici olurlarsa olsunlar, bu hayvanların sayısı, kararsız değişmelere mâruzdur. Bilgin küçük bir hacim içinde birçok denemeleri ve birçok düşünceleri teksif etmeye çalışır, işte bu yüzden küçük bir fizik kitabı, geçmiş bir sürü denemeleri ve sonuçları önceden bilinen, bunlardan bin defa daha çok mümkün denemeleri ihtiva eder.

Fakat biz henüz meselenin ancak bir yönünü göz önünde tuttuk. Bilgin, incelemesinin faydalı olacağından ötürü tabiatı incelemez; zevk aldığı için inceler ve zevk alır, çünkü tabiat güzeldir. Tabiat güzel olmasaydı bilinmek zahmetine değmiyecekti, hayat yaşanmak zahmetine değmiyecekti. Burada, şüphe yok, duyularımıza çarpan şu güzelliğinden keyiflerin ve görünüşlerin güzelliğinden bahsetmiyorum; bunu hakîr gördüğümde değil, bundan çok

uzağım, ama bu güzelliğin bilimle hiç ilgisi yoktur; bölümlerin ahenkli tertibinden ileri gelen ve ancak arı bir zekânın kavrayabileceği daha derin bir güzellikten bahsediyorum. Bu güzelliktir ki duyularımızın hoşlandığı parlak görünürlere sanki bir beden, bir iskelet verir; bu dayanak olmadan bu birden gelip geçen rüyaların güzelliği ancak kusurlu olacaktı, çünkü iyi seçilemez ve daima birden gelip geçici olacaktı. Bunun aksine olarak, zihnî güzellik kendi kendine yeter ve bilginin kendini uzun ve zahmetli çalışmalara mahkûm etmesi, belki de insanlığın gelecekteki iyiliğinden çok, onun içindir.

İmdi, bu hususi güzelliğin araştırılması, âlemin ahenginin duygusudur ki bize bu ahenge en elverişli bir şekilde yardım eden olguları seçtirir; tıpkı sanatçının, modelinin çizgileri arasından portreyi tamamlayanlarını, ona karakter ve hayat verenlerini seçtiği gibi. Bu içgüdümlük ve ikrar olunmamış uğraşmanın bilgini hakikatin araştırılmasından çevireceğinden korkmamalıdır. Ahenkli bir hayat tasarlanabilir, gerçek bilgini bunu ne kadar gerilerde bırakacak; her zaman en büyük sanatçılar olmuş olan Grekler kendilerine bir gök kurdular; gerçek göğün, bizimkinin yanında o ne kadar bayağıdır.

Yalınlığın, büyüklüğün güzel olması yüzündendir ki tercihan yalın olguları, büyük olguları araştıracağız, kâh yıldızların devcesine hareketlerini takibetmekten, kâh yine bir büyüklük olan şu şaşılacak derecede küçüklüğü mikroskopla incelemekten, kâh bize çok uzak olduğundan bizi çeken geçmişin

izlerini jeolojik zamanlar içinde araştırmaktan hoşlanacağız.

Görülür ki güzellik hasreti bizi faydalı kaygısı gibi aynı seçimlere götürür. Yine aynı suretledir ki Mach'a göre bilimin değişmez temayülü olan bu düşünme iktisadı, bu hamle iktisadi, ameli bir kazanç olduğu kadar bir güzellik kaynağıdır da. Bizim vurgunluk duyduğumuz yapılar, mimarın vasıtaları gayelerine uydurmasını bildiği ve sütunları *Erechtheion*'un kadın heykeli şeklindeki zarif sütunlar gibi üzerlerine yükletilen ağırlıkları zahmetsizce ve neşe içinde taşır gibi görünen yapılarıdır.

Bu uygunluk nereden geliyor? Sadece bize güzel gibi gelen nesnelerin zekâmıza daha iyi uyan nesneler olması mıdır? Bunun sonucu olarak, bu nesneler bu zekânın aynı zamanda daha iyi kullanmasını bildiği alet midir? Yoksa bunda bir evrim ve tabii istifa oyunu mu var? İdealleri muhakkak menfaatlere en uygun olan milletler öbür milletleri yok etmediler, yerlerini almadılar mı? Onlar da, ötekiler de sonuçlarının ne olacağını bilmeden idealler arkasında koşuyorlardı, ama bu araştırma bir kısmını yokolmaya sürüklüyordu, bir kısmına da imparatorluk bağışlıyordu. İnanmak caiz ise; Grekler barbarlara üstün gelmişlerse, Grek düşüncesinin mirasçısı olan Avrupa dünyaya hâkim olursa bunun sebebi Greklerin görülebilen güzellik altında gizlenen fikrî güzelliği sevdikleri ve zekâyı emin ve kuvvetli kılan şey de bu olduğu halde vahşilerin ancak duygularını meşgul eden parlak renkleri ve davulun gürültülü seslerini sevmeleridir.

BÖLÜM II

MATEMATİĞİN GELECEĞİ

Matematiğin geleceğini önceden görmek için gerçek metot, onun tarihini ve şimdiki halini incelemekten ibarettir. Biz matematikçiler için bu âdeta meslekî bir metot değil mi? Geleceği geçmişten ve halden çıkarmanın bir yolu olan *extrapolation*'a alışmışız ve değerinin ne olduğunu iyi bildiğimizden, onun bize verdiği sonuçların değeri ve ehemmiyeti üzerinde kuruntuya kapılmak tehlikesine düşmüyoruz.

Vaktiyle gaipten felâket haberini verenler vardı. Bunlar bütün çözülmeye elverişli meselelerin daha önce çözülmüş olduklarını ve onlardan sonra yapılacak şeyin ancak kalanlarını devşirmekten ibaret olduğunu seve seve tekrarlıyorlardı. Hele şükür, geçmişte olup bitenler bizi temin ediyor. Birçok defalar bütün meselelerin halledilmiş olduğu veya hiç değilse, bir çözümü olan meselelerin listesi yapılmış olduğu sanıldı. Sonraları da çözüm kelimesinin mânası genişledi, çözülmeyen meseleler hepsinin en ehemmiyetlileri oldular ve düşünülmeyen başka başka meseleler de ortaya atıldı. Yunanlılara göre, iyi bir çözüm ancak cetvel ve pergelden faydalanan çözümdü; sonra kare köklerle elde edilen oldu; daha sonraki de yalnız cebir ve logaritme fonksiyonlarının dahil

Şüphe yok böyle bir zafer Tolstoy'u korkutacaktır ve onun gerçekten faydalı olabilmesini kabul etmek istemiyecektir. Ama gerçeğin kendi öz güzelliği için bu hasbî araştırılması da yine doğrudur ve insanı daha iyi yapabilir. Birtakım boş ümitler olduğunu, âlimin bu boş ümitlerde bulmak zorunda bulunduğu, sükûneti her zaman kaybettiğini ve hattâ karakteri çok bozuk birtakım bilginlerin bulunduğunu pek iyi biliyorum.

Bu yüzden denilebilir mi ki bilimi bırakmalı, ancak ahlâkı incelemeli?

Bakalım, ahlâkçıların kendilerinin de, kürsülerinden indikleri zaman kusursuz oldukları sanılır mı?

olduğu çözümlerdir. Karamsarlar böylece daima aşılmış bulunuyorlar, daima gerilemek zorunda bırakılmışlardı, öyle ki şimdi artık onlardan bir tane kalmadığını sanıyorum.

Maksadım onlarla savaştık değil. Çünkü ölmüşlerdir; iyi biliyoruz ki matematik gelişmeye devam edecektir, ama hangi yönde olduğunu bilmek gerekir. Bize “her yönde” diye cevap verilecektir, bu da kısmen doğrudur. Ama bu büsbütün doğru olsaydı biraz korkunç olurdu. Bilgice zenginliğimiz içinden çıkılmaz bir hal almakta gecikmiyecek ve onların birikmesi, bilgisizlik için bilinmiyen hakikat ne ise onun gibi girilemez bir karmakarışık yığın vücuda getirecektir.

Tarihçi hattâ fizikçi de olgular arasında bir seçme yapmak zorundadır. Kâinatın bir köşesi olan âlimin kafası hiçbir zaman bütün kâinatı içine alamıyacaktır; öyle ki tabiatın bize sunduğu sayısız olgular arasında bir kısmı var ki bir yana bırakılacak, bir kısmı ele alınacaktır. Matematikte de bu, haydi haydi böyledir; matematikçinin kendisi de kendine arz olunan bütün olguları karmakarışık olarak muhafaza edemez; hele hele bu olguları yaratan onun kendisidir, nerede ise onun arzusudur diyecektim. Unsurları birbirine yaklaştırarak yeni baştan yeni bir tertip yapan odur; umumi olarak bu terkibi ona hazırca veren tabiat değildir. Şüphe yok arasına matematikçinin, fiziğin bir ihtiyacını karşılamak üzere bir meseleyi incelediği; fizikçinin veya mühendisin bir tatbikat maksadiyle bir sayının hesabını ondan istediği olur. Biz geometricilerin siparişleri

beklemekle yetimsemek ve kendi zevkimiz için bilimimizle uğraşacak yerde müşterilerin zevkine uymamızdan başka bir kaygımız olmamak zorunda olduğumuz mu söylenecek? Matematiğin tabiatı inceliyenlerin yardımına koştuktan başka bir konusu yoksa, parolayı bu tabiatı inceliyenlerden beklemek zorundayız. Bu görüş tarzı meşru mudur? Elbette hayır; biz gerçek bilimleri, kendileri için işlememiş olsaydık matematik aleti yaratmamış olacaktık ve parola fizikçiden geldiği gün bizim silâhlarımız elimizden alınmış olacaktı.

Fizikçiler de bir olguyu incelemek için maddi hayatın âcıl bir ihtiyacının kendileri için bir zaruret haline gelmesini beklemezler; bunda da haklıdır. XVIII. yüzyıl bilginleri, kendilerince pratik bir faydası olmıyan bir tecessüs olduğundan ötürü elektriği bir yana bırakmış olsalardı, XX. yüzyılda ne telgraf, ne elektro-şimi, ne de elektro-tekniki elde edecektik. Seçme zorunda olan fizikçileri, demek, seçmelerinde ancak fayda ve menfaat sevk ve idare etmemiştir. Öyle ise tabiat olguları arasında bir seçim yapmak için ne yapıyorlar? Bunu, bundan önceki bölümde açıkladık; onları ilgilendiren olgular bir kanunun keşfine götürebilen olgulardır; öyle ise bize tek başına kalmış gibi görünmiyen, fakat başka olgularla sımsıkı gruplanmış birçok başka olgulara benzeyen olgulardır. Tek başına kalan olgu, bütün gözlerle, bayağı adamın gözlerine de, bilginin gözlerine de çarpar. Ama gerçek fizikçinin görebildiği şey, benzerliği derin, fakat gizli olan birçok olguları birbirine bağlayan bağıdır. Newton'un elma hikâyesi belki

de doğru değildir; fakat semboliktir; o halde bu hikâyeden doğru imiş gibi bahsedelim. Pekâlâ, Newton'un önce birçok kimselerin birtakım elmaların düştüğünü görmüş olduklarına inanmak zorundayız: onlardan hiçbir bundan bir sonuç çıkarmasını bilmemişti. Kendi arkalarında bir şeyler gizli bulunan olgular ayırdederek aralarında bir seçim yapmaya ve arkalarında gizli kalanları bilmeye gücü yeten kafalar bulunsaydı, ham olgu adı altında olgunun özünü hissedecek kafalar bulunsaydı olgular verimsiz olacaktı.

Biz matematikte de tamamiyle aynı şeyi yapıyoruz. Elimizde olan türlü unsurlardan türlü türlü milyonlarca terkipler çıkartabiliriz; ama bu terkiplerden biri, tek başına kaldıkça, mutlak surette değersizdir. Biz çok defa o terkiibi yapmak için pek çok emek harcadık, fakat belki orta öğretim için bir vazife konusu vermekten ibaretse bu mutlak surette hiçbir şeye yaramaz. Bu, bu terkiibin benzer bir terkipler safında yer alacağı ve bizim bu benzerliği göreceğimiz gün bambaşka bir şey olacaktır; biz bir olgu değil, bir kanun karşısında bulunuyoruz. İşte o gün, hakiki icatçı, bu terkiplerden bazılarını sabırlıca yapmış olacak olan işçi değil, onların birbirine yakınlığı apaçıkça ortaya koyacak olan kimsedir. İlki ham olgudan başka bir şey görmemiş olacak, öbürü tek başına olgunun özünü duymuş olacaktır. Çok defa, bu yakınlığı tasdik etmek üzere onun için yeni bir kelime yaratmak yetecektir, bu kelime de yaratıcı olmuş olacaktır; bilim tarihi bize herkesin alışık olduğu bir sürü misaller sağlayacaktır.

Viyanalı ünlü filozof *Mach*, tıpkı makinenin iş harcaması bakımından tasarruf sağladığı gibi, bilimin rolünün de düşünce tasarrufunu temin etmek olduğunu söyledi. Bu ise pek doğrudur. Vahşi, parmaklariyle veya küçük çakıllarla hesap yapar. Çocuklara çarpma tablosunu öğreterek, daha sonraları için onları sayısız çakılları kullanmaktan kurtarıyoruz. Vaktiyle biri çakıllarla veya başka suretle, 6 defa 7 nin 42 olduğunu öğrendi ve sonucu kaydetmeyi düşündü. Bunun için de yeni baştan başlamamıza ihtiyaç yoktur. Bu adam ancak kendi zevki için de hesap yapmış olsa bile zamanını kaybetmişti. Yaptığı iş onun ancak iki dakikasını aldı. Bir milyar kişi ondan sonra bunu tekrar yapmaya başlamak zorunda olsaydı, bunun için toptan iki milyar dakika gerekmiş olabilirdi.

Şu halde bir olgunun ehemmiyeti verimiyle, yani bizim tasarruf etmemize elverdiği düşünce miktarıyla ölçülür.

Fizik de, büyük verimli olgular, daha büyük sayıda daha başka olguları önceden görmeye elverdiklerinden dolayı çok umumi bir kanun içine giren olgulardır; matematikte de bundan başka olmaz. Kendimi karışık bir hesaba verdim ve zorlukla bir sonuca vardım. Başka benzer hesapların sonuçlarını önceden görme ve ilkin boyun eğmek zorunda bulunduğum bocalamaları önliyerek onları muhakkak surette bir yöne yöneltmeye muktedir olmadıysam emeğim boşa gidecektir. Bunun aksine olarak, bu aynı bocalamaların sonu daha çok geniş başka bir meseleler sınıfı ile incelediğim meselenin derin benzer-

liğini bana bildirmek olduysa, onların hem benzerlik, hem de ayrılıklarını bana gösterdilerse, bir tek kelime ile tamim imkânını bana sezdirmiş oldularsa zamanımı kaybetmiş olmayacaktım. O zaman kazanmış olacağım yeni bir sonuç değil, yeni bir kuvvettir.

Harflerin yerine sayılar konulamak şartıyla, bize bir sayı meseleleri sınıfının çözümünü veren bir cebir formülü ilkin aklımıza gelen basit bir misaldir. Bunun sayesinde, tek bir cebir hesabı bizi yeni sayı hesaplarını ardı arası kesilmezcesine yeni baştan başlamak zahmetinden korur. Fakat bu kaba bir misal-den başka bir şey değildir. Herkes bir formülle anlatılamıyan ve en değerli olan birtakım benzerlikler olduğunu hisseder.

Yeni bir sonuç bir değeri haizse bu çoktan beri bilinen, fakat o zamana kadar darmadağın ve birbirlerine yabancı görünen unsurları birbirlerine bağliyerek düzeni, düzensizlik görünüşünün hüküm sürdüğü yere birdenbire soktuğu zamanda olur. O zaman o bizim bir bakışta bu unsurların her birini ve bütün içinde tuttıkları yeri görmemize elverir. Bu yeni olgu sade kendiliğinden değerli değil, aynı zamanda ancak o birbirlerine bağladığı bütün eski olgulara değerlerini verir. Zihnimiz duygularımız gibi sakattır; karışık ahenkli değilse o âlemin bütün karışıklığı içinde kendini kaybedecektir. Ancak bir miyop gibi teferruatını görecektir ve bir sonra geleni incelememizden önce bu teferruatın her birini unutmak zorunda kalacaktır. Çünkü hepsini kavramak gücünde olmayacaktır. Dikkat etmemize lâıyk

yegâne olgular bu karışıklığa düzen sokan ve onu kavranılabilir bir hale koyan olgulardır.

Matematikçiler kendi metotlarının ve sonuçlarının zarafetine büyük bir ehemmiyet verirler. Bu artık bir *diletantisme*'dir. Bize gerçekte bir çözümde bir ispata zarafet duygusunu veren nedir? Türlü bölümlerin ahengi, simetrisi ve onlar arasındaki güzel bir denkliktir; bir tek kelime ile, onlar arasına düzen koyan her şey, onlara birlik veren her şey, bunun sonucu olarak bizim onları açık görmemize ve teferuatla birlikte bütünü anlamamıza elveren her şeydir. Fakat muhakkak surette bu, ona büyük bir verim de sağlayan şeydir; gerçekte bu bütünü ne kadar açık ve bir bakışta görürsek, onun yakını olan öbür nesnelerle olan benzerliğini daha iyi göreceğiz; bunun sonucu olarak da mümkün tamimleri keşfetmek ihtimallerimiz daha çok olacaktır. Zarafet, yaklaştırılmaya alışmış olmıyan nesnelerin umulmadık karşılaşmalarıyla beklenilmiyen olgusundan ileri gelebilir; burada da yine o verimlidir, çünkü bize o zamana kadar iyi bilinmiyen yakınlıkları böylece gösterir. Ancak vasıtaların yalınlığı ile ortaya atılan meselenin karşılığı arasındaki tezadın sonucu olduğu zaman bile verimlidir; o bize o zaman bu tezadın sebebini düşündürür ve çok defa, bu sebebini tesadüf olmadığını kendinden ve şüphelenilemez herhangi bir kanun içinde bulunduğunu gösterir. Bir tek kelime ile, matematik zarafet duygusunu ancak keşfedilen çözüm ile zihnimizin ihtiyaçları arasındaki bilmem hangi intibaktan ileri gelen bir tatminden başka bir şey değildir. Bu intibak yüzündendir ki, bu

çözüm bizim için bir alet olabilir. Bu estetik tatmin bundan dolayı düşüncenin tasarrufuna bağlıdır. Yine aklıma gelen *Erechtheion* mukayesesidir; fakat onu sık sık kullanmak istemiyorum.

Aynı sebeptendir ki biraz uzunca bir hesap bizi basit ve çekici bir sonuca götürdüğü zaman bu sonucun tamamıyla değilse de hiç olmazsa en karakteristik vasıflarını önceden görebilmiş olacağımızı bize göstermiş olmadıkça tatmin edilmiş değiliz. Neden? Bütün bilmek arzu ettiğimiz şey, görüldüğüne göre, bize öğreten bir hesapla yetimsenmekten bizi alıko-yan nedir? Bunun sebebi birtakım benzer hallerde, uzun hesabın yeniden kullanılamıyacağından ve önceden görmemize elvere-bilen çok defa yarı sezgilerlik bir istidlal hakkında da bunun böyle olmadığıdır. Bu istidlal kısa olduğundan, onun bir bakışta bütün bölümleri görülür, öyle ki önümüze çıkabilen aynı cinsten bütün meselelere tatbiki için değiştirilmesi gereken doğrudan doğruya görülür. Bu meselelerin çözümünün basit olup olmayacağını bizim önceden görmemize elverişli olduğundan hiç değilse hesaba girilmesinin değip değmiyeceğini bize gösterir.

Şu dediklerimiz matematikçinin serbest teşebbüsünün yerine herhangi mekanik bir metoduñ konulmasına çalışmanın ne kadar boşuna olacağını göstermeye yeter. Gerçek bir değeri haiz olan bir sonuç elde etmek için birtakım hesaplar öğretmek veya nesneleri düzene koymaya mahsus bir makineye sahip olmak yetmez; burada bir değeri olan sade düzen değil, umulmadık düzendir. Makine ham bir olguyu

bir ucundan yakaliyabilir; fakat olgunun özü daima ondan kaçacaktır.

Son yüzyıl ortalarından beri, matematikçiler mutlak'a erişmeye daha çok özeniyorlar. Çok haklıdır. Bu temayül de gittikçe artacaktır. Matematikte kesinlik kâfi değildir, ama onsuz da hiçbir şey olmaz; kesin olmıyan bir ispat bir hiçtir. Sanırım ki hiçbir kimse bu hakikate itiraz etmiyecektir. Fakat bu kelimesi kelimesine alınacak olursa, söz gelimi 1820 den önce matematiğin olmadığı sonucu çıkarılacaktır; bu ise açıkca bir ifrat olacaktır; bu zamanın geometricileri bizim uzun uzun sözlerle açıkladığımızı istiyerek zımnen düşünüyorlardı; bu onların onu hiç de görmedikleri demek değildir. Fakat bunun üzerinden çok çabuk geçiyorlardı ve onu iyi görmek için bunu söylemek zahmetine katlanmaları gerekiyordu.

Yalnız bunu birçok defalar söylemek daima zaruri mi? Her şeyden önce kesinlikle ilk uğraşanlar bize taklidini deneyebileceğimiz birtakım istidlaller sağladılar; fakat gelecekteki ispatlar bu örnek üzerine yapılmak zorunda olurlarsa matematik kitapları pek çok uzun olacaktırlar; ve uzunluklardan korkuyorsam, bunun sebebi sadece kitabevlerinin tıkabasa dolmasından korkmaklığım değil, uzamakla ispatlarımızın şimdi faydalı rolünü açıkladığım şu görünüşteki ahengi kaybedeceğinden korkuyorum.

Gözde tutulması gereken düşüncenin tasarrufudur, o halde taklidolunacak birtakım örnekler vermek yetmez. Bizden sonra bu örneklerden vazgeçmek ve önceleri yapılmış bir istidlâli tekrar edecek yerde

birkaç satırla onu hulâsa edebilmek gerekir. Arasına başarılan şey de işte budur; söz gelimi hepsi birbirine benzeyen, her yerde bulunan bir istidlâller tipi de vardı; onlar tamamıyla kesin idiler, fakat uzun idiler. Günün birinde yakınsaklık (convergence) üniformluğu kelimesi tasarlandı ve ancak bu kelime onları faydasızlaştırdı; zımnen düşünülemediklerinden ötürü onları artık tekrarlamak ihtiyacı kalmadı. Demek kılı kırk yaranlar bize iki kat hizmet ettiler; bu ilkin bize ihtiyaç halinde kendileri gibi yapmayı öğretmekten, fakat hele hele yine kesinlikten hiçbir fedekârlık yapmaksızın mümkün olduğu kadar çok defa kendileri gibi yapmamayı öğretmekten ibarettir.

Matematikte kelimelerin ehemmiyetinin neden ibaret olduğunu bir misalle gördük, fakat birçok misaller daha söyleyebilirim. *Mach*'ın dediği gibi iyi seçilen bir kelimenin düşünceye ne kadar tasarruf ettirebileceğine inanılamıyacak. Matematğin türlü şeylere aynı adı vermek sanatı olduğunu bir yerde deyip demediğimi bilmiyorum. Bu maddece farklı nesnelerin şekilce benzemelerini, bunların âdeta aynı bir kalıba akabilmeleri uygundur. Dil iyi bir şekilde seçildiği zaman bilinen bir konu için yapılan bütün ispatların doğrudan doğruya yeni birtakım konulara tatbik edildiklerini görmekle hayretlere düşülür; burada değiştirilecek hiçbir şey yoktur, hattâ kelimeler bile; çünkü isimler de aynı olmuşlardır.

Eski dilde beyan edilen kaidelerin ihtiva ettikleri istisnaları ortadan kaldırtmak için çok iyi seçilmiş bir kelime yeter; işte bunun için, negatif nicelikler, sanal nicelikler, sonsuzdaki noktalar, ne bileyim

daha neler tasarlandı. Unutmıyalım ki istisnalar zararlıdır, çünkü kanunları gizlerler.

Peki, işte büyük verimli olgularda kabul olunan karakterlerden biri budur, işte şu elverişli dil yenilenmelerine müsaade eden de bunlardır. Hem olgunun bazan büyük ehemmiyeti yoktur. Birçok defalar bilime büyük hizmetleri dokunmaksızın böyle olduğuna işaret edilebildi; daha iyi bilgili bir düşünürün adını açığa çıkardığı, yaklaşmayı gördüğü ve bunu bir kelime ile sembolize ettiği gün o ancak bir değer elde eder.

Esasen fizikçiler de mutlak surette böyle yaparlar; onlar enerji kelimesini icadettiler ve bu kelime olağanüstü bir şekilde verimli oldu, çünkü o da istisnaları atarak kanunu yaratıyordu, çünkü maddesi yönünden başka, şekli yönünden benzer birtakım nesnelere aynı adı veriyordu.

En verimli tesir yapan kelimeler arasında grup ve değişmez olan kelimelerini söyleyeceğim. Bunlar bize birçok matematik istidlâllerin özünü gösterdiler; bunlar bize eski matematikçilerin hangi hallerde, bilmeden birtakım gruplar göz önünde tuttuklarını ve birbirlerinden pek uzak olduklarını sanarak, sebebini anlamadan birdenbire nasıl yaklaşmış bulunduklarını gösterdiler.

Bugün bu matematikçilerin izomorf gruplar göz önünde tuttuklarını söyleyeceğiz. Şimdi bir grupta maddenin bizi az ilgilendirdiğini, ancak mühim olanın şekil olduğunu, bir grup bilindiği zaman işte bununla bütün izomorf grupların bilindiğini biliyoruz; birkaç heceyle bu ince kaideyi hulâsa eden

ve bu kaideye birdenbire bütün kafaları alışık kılan grup ve izomorfizm kelimeleri sayesinde geçme doğrudan doğruya olur ve bütün düşünce cehdini tasarruf ederek olabilir. Grup fikri esasen değişim fikrine bağlanır; bir yeni değişimin icadına neden bu kadar değer veriliyor? Çünkü bir tek teoremden on veya yirmi teorem çıkarmamıza elveriş; bir tam sayının sağına eklenen bir sıfır kadar değeri vardır.

İşte bu, buraya kadar matematik bilimin gidişinin yanünü tâyin etti ve muhakkak olarak gelecekte de onu tâyin edecek olan budur. Fakat ortaya konan meselelerin tabiatı buna yardım eder. Amacımızın ne olduğunu unutamıyoruz; bana göre bu amaç ikidir; bilimimizin sınırı hem felsefeye, hem de fiziğe varıp dayanıyor; işte biz bu iki komşumuz için çalışıyoruz; matematikçilerin aksi yönlerde yürüdüklerini daima gördük, daha da göreceğiz.

Bir yandan matematik bilimi, kendi üzerinde düşünmek zorundadır; bu da faydalıdır; çünkü kendi üzerinde düşünmek, onu yaratan insan zekâsı üzerinde düşünmek demektir, o kadar ki yarattığı şeyler arasında kendine dışardan en az bir şeyler edinen işte bu matematik bilimdir. Bunun için postülatların, alışılmamış geometrilerin, garip gidişli fonksiyonların incelenmesini amaç tutan spekülasyonlar gibi bazı matematik spekülasyonlar faydalıdır. Bu spekülasyonlar en umumi anlayışlardan ve bunun sonucu olarak tabiattan ve tatbikattan ne kadar uzaklaşırlarsa, onlar bize dış âlemin istibdadından gittikçe kurtardığı zaman insan zihninin yapabileceği şeyi daha iyi gösterecekler ve bunun sonucu olarak

onu bize kendinden, nasılsa öyle, daha iyi bildireceklerdir.

Fakat ordumuzun ağırlık kısmını ters yönden ve tabiat yönünden yöneltmemiz gerekir.

Biz orada fizikçi veya mühendise raslıyoruz, bunlar bize: “Şu diferansiyel denklemi bana itmam edebilir misiniz. Ona filân tarihte bitmesi gereken filân yapı için sekiz güne kadar ihtiyacım var” diyorlar. Biz de onlara: “Bu denklem itmam edilebilecek tiplerden birine girmez, biliyorsunuz ki bunlardan çok yoktur” cevabını veririz. “Evet biliyorum, fakat siz neye yararsınız?” Çok defa anlaşılmak yetecektir; mühendis, gerçekte, birtakım sonlu terimli integrale muhtaç değildir. O, integral fonksiyonun umumi gidişini bilmeye muhtaçtır veya sadece bu integral bilindiği takdirde bu entegralden kolayca çıkarılacak herhangi bir rakam istiyecektir. Mûtat olarak, bu entegral bilinmiyor, fakat mühendisin hangi rakama ve bunun hangi yaklaşık derecesine muhtaç olduğu tam olarak bilinirse, bu entegral olmadan bu rakam hesabedilebilir.

Vaktiyle, bir denklem ancak, sonlu sayıda bilinen fonksiyonların yardımı ile çözümünü ifade edilmiş olduğu vakit çözülmüş sayılırdı; ama bu hemen hemen ancak yüzde bir defa mümkündür. Her zaman yapabildiğimiz veya daha ziyade, her zaman yapmaya çalışmak zorunda olduğumuz şey, meseleyi âdeta *nitelik olarak* çözmekten, yani bilinmiyen fonksiyonu gösteren eğrinin umumi şeklini bilmeye çalışmaktan ibarettir.

Bundan sonra meselenin nicelik olarak çözümü bulmak kalıyor; fakat bilinmiyen fonksiyon sonlu bir hesapla tâyin edilemezse, onu hesabetmeye elverişli yakınsak bir sonsuz seri ile göstermek daima kabildir. Buna gerçek bir çözüm diye bakılabilir mi? Newton'un, Leibniz'e aşağı yukarı şunun gibi: aaaaa-bbbeeieii, ilh... bir anagram haber verdiği söyleniyor.

Tabii, Leibniz bundan hiçbir şey anlamadı; fakat elinde anahtar olan bizler bu anagramın, modern dile çevrilerek şunu demek istediğini biliyoruz: "Bütün diferansiyel denklemleri itmam etmesini biliyorum" ve Newton'un talihi olduğunu veya garip garip kuruntular edindiğini söylemek zorunda kalıyoruz. O sadece (belirsiz katsayılar metoduyla) ortaya konulan denklemleri formel olarak gerçekliyen bir kuvvetler serisi teşkil edebileceğini söylemek istiyordu.

Bugün buna benzer bir çözüm artık bizi tatmin edemeyecektir. Bunun da iki sebebi var: Bir sebebi yakınsaklığı çok ağır olması, öbürü de terimlerin hiçbir kanuna tâbi olmadan birbiri ardınca gelmeleridir. Bunun aksine olarak, θ serisi bize ilkin çok çabuk yakınsak olduğundan (bu, sayısını mümkün olduğu kadar çabuk elde etmek isteyen pratisiyen içindir) ve sonra bir bakışta terimler kanununu gördüğümüzden (bu, teorisiyenin estetik ihtiyaçlarını karşılamak içindir) istenilecek başka hiçbir şey bırakmaz gibi görünüyor.

O halde çözülmüş meseleler ve çözülmemiş başka meseleler yoktur; yalnız az çok çabuk yakın-

sak veya az çok ahenkli bir kanuna bağlı bir yakınsaklık serisi olduğuna göre, *az çok* çözülmüş meseleler vardır. Bununla beraber mükemmel olmıyan bir çözümün bizi daha iyi bir çözüme götürdüğü de olur. Arasına seri o kadar ağır yakınsaktır ki hesap yapılmaz ve yalnız mümkün oluşunu ispat etmeye muvaffak olunur. O zaman mühendis bunu saçma bulur, hakkı da var. Çünkü bu ona tesbit edilen tarihte yapısını bitirmeye yardım etmiyecektir. XXII. yüzyıl mühendisleri için bunun faydalı olup olmayacağını bilmek onu pek az düşündürüyor; biz başka türlü düşünüyoruz ve bazan biz çağdaşlarımıza bir saat kazandırmaktansa torunlarımıza bir çalışma günü kazandırmış olmaktan daha mesuduz.

Bazan âdeta ampirik olarak, bocalaya bocalaya, yetecek kadar yakınsak olan bir formül elde ederiz. Bize mühendis: Bundan daha fazla ne istiyorsunuz? der; biz de, her şeye rağmen tatmin edilmiş değiliz, biz bu yakınsaklığı *önceden görmek* isterdik. Niçin? Çünkü onu bir defa önceden görebilseydik bir başka defa da onu yine önceden görebilirdik. Haydi, muvaffak olduk, ciddi olarak tekrar başlamak ümidimiz olmasa bizce bu pek ehemmiyetsiz bir şeydir.

Bilim geliştikçe onu büsbütün kavramak daha güçleşiyor; o zaman onu parçalara ayırma, bu parçalardan biriyle yetimsemeye, bir kelime ile, ihtisaslasmaya çalışılır. Bu yolda gidilirse bu bilimin ilerlemeleri için can sıkıcı bir engel olacaktır. Biz, türlü bölümlerinin arasındaki umulmadık yaklaşımlar sayesinde ki bilimin ilerlemeleri vücut bulabilir, de-

dik. Fazla ihtisaslaşmak, bu yaklaşımları kendine yasak etmek demek olacaktır. Heidelberg ve Roma kongreleri gibi kongrelerin bizleri birbirimizle münasebete getirerek, bize komşunun alanında birtakım ufuklar açacağını, bizi o ufukları kendimizinkine kıyaslamaya, kendi küçük kasabamızdan bir parça dışarı zorlayacağını umalım; böylece onlar demin işaret ettiğim tehlikeye karşı en iyi çare olacaklardır. Fakat ben birtakım umumilikler üzerinde çok vakit geçirdim, şimdi teferruata girmenin zamanıdır.

Bütünü matematiği teşkil eden türlü hususi bilimleri gözden geçirelim; onlardan her birinin yaptığı, nereye gittiğini ve ondan ne beklenebileceğini görelim.

Yukarda geçen görüşler doğru iseler bu bilimlerden ikisi birbirine yaklaştıkları zaman, maddelerinin ayrılığına rağmen şekillerinin benzerliği bildiği zaman, onlardan biri öbürünün keşiflerinden faydalanabilecek şekilde onlar birbirine göre biçimlendikleri zaman geçmişteki büyük ilerlemeler meydana gelmişlerdir. Aynı zamanda, aynı cinsten yakınlaşmalarda, gelecekteki ilerlemeleri sezmek zorundayız.

Aritmetik

Aritmetiğin ilerlemeleri cebir ve analizin ilerlemelerinden daha yavaş olmuştur, bunun sebebini de anlamak kolaydır. Süreklilik duygusu aritmetikçide bulunmayan değerli bir kılavuzdur; her tam sayı öbürlerinden ayırdır ve âdeta kendine has bir şah-

siyeti vardır; onlardan her biri bir nevi istisnadır, işte bunun için umumi teoremler, sayılar teorisinde daha az bulunacaklar, işte bunun için, bulunanlar da daha çok gizli olacaklar ve araştırmacıların gözünden kaçacaklardır.

Aritmetik cebirden ve analizden geride ise onun yapacağı en iyi şey, bu bilimlerin ilerlemesinden faydalanmak için onları kendine örnek almaya çalışmaktan ibarettir. O halde aritmetikçi cebirle olan benzerlikleri bir kılavuz olarak almak zorundadır. Bu benzerlikler çoktur ve birçok hallerde faydalanılmak için henüz daha yakından incelenmemişlerse bunlar hiç değilse uzun zamanlardan beri sezilmişlerdir ve iki bilimin dilinin de onların farkına vardığını gösterir. Böylelikle transandant sayıların sözü edilir ve böylece bu sayıların gelecekteki sınıflanması transandant fonksiyonların sınıflanmasını örnek olarak almaktadır, bununla beraber henüz bir sınıflanmadan öbür sınıflanmaya nasıl geçilebileceği pek iyi bilinmiyor; fakat bilinseydi, çoktan yapılacaktı, bu ise artık geleceğin işi olmayacaktı.

Akluma gelen ilk misal uygunluklar (*congruences*) teorisidir ki, burada cebir denklemleriyle tam bir paralellik bulunuyor. Elbette, söz gelimi, cebir eğrileri teorisine iki değişkenli uygunluklar teorisi arasında bulunması gereken bu paralelizmi tamamlamaya muvaffak olunacaktır. Birçok değişkenli uygunluklar teorisine ait meseleler çözülmüş olacakları zaman da birçok belirsiz analiz meselelerinin çözümüne doğru ilk adım atılmış olacaktır.

Cebir

Cebirde denklemler teorisi daha uzun zaman geometricilerin dikkatini çekecektir. Onun incelenebileceği taraflar çoktur ve çeşitlidir.

Cebirin, bize mümkün bütün birleştirmeleri yapmak için kaideler sağladığından ötürü bitmediğine inanmamalıdır; mühim birleştirmeleri, filân ve ya falan şarta uygun birleştirmeleri aramak kalır. Böylece bir nevi belirsiz analiz kurulacaktır, ki burada bilinmeyenler artık tam sayılar değil, polinomlardır, ama o zaman da ister herhangi katsayılı tam polinom ile, ister tam katsayılı tam polinom ile tam sayının benzerliğine uyarak aritmetiği örnek alacak olan, cebirdir.

Geometri

Daha önce cebirde ve analizde olmıyan hiçbir şeyi geometri ihtiva edemez; geometrik olgular bir başka dille ifade edilen cebir ve analiz olgularından başka bir şey değil gibi görünüyor. O halde bu gözden geçirmeden sonra bizim, artık, bilhassa geometriye taallûk eden hiçbir diyeceğimiz kalmadığı sanılabilecektir. Bu, çok iyi yapılmış bir dilin ehemmiyetini bilmemek, bu şeyleri ifade etme tarzının ve bunun sonucu olarak bu şeyleri gruplandırma tarzının bu şeylerin kendilerine ilâve ettiği şeyi anlamamak olacaktır.

İlkin geometrik düşünceler bizi yeni yeni meseleler ortaya atmaya sevk eder; bunlar, sözgelimi,

analitik meseleler olup biz onları asla analizin sözü edildiği zaman ortaya atmayız. Bununla beraber analiz, fizikğin ihtiyaçlarını tatmin etmek için çözmek zorunda kaldığı meselelerden faydalandığı gibi bunlardan da faydalanır.

Geometrinin büyük faydası muhakkak orada duyuların zekânın yardımına koşabilmeleri ve gidilecek yolu keşfetmeye yardım etmeleridir ve birçok kafalar analiz meselelerini geometrik şekline sokmayı tercih ederler. Ne yazık ki duyularımız bizi daha ileri götüremezler ve klâsik üç boyutun dışında dönüp dolaşmak istediğimiz andan itibaren bizi yarı yolda bırakırlar. Bu demek midir ki, bizi kapamak ister gördükleri bu dar alandan çıkınca biz sırf analizden başka bir şeye artık güvenmemek zorundayız ve üç boyuttan daha çok koyutlu her geometri boş ve konusuzdur? Bizden önce geçen nesiller içinde en büyük üstatlar: “Evet” diye cevap vereceklerdi; biz bugün bu kavrama o kadar alıştık ki bir üniversite dersinde bile pek çok hayret uyandırmadan ondan bahsedebiliriz.

Fakat bu neye yarıyabilir? Neye yarıyabildiğini görmek kolaydır: İlkin o bize bayağı analiz dilinin uzun cümlelerle söylediğini pek kısa terimlerle ifade eden pek elverişli bir dil sağlar. Üstelik, bu dil bize birbirine benziyen şeyi aynı isimle adlandırır ve unutturmadağı benzerlikleri de tasdik eder. O halde bizim için çok büyük olan, şüphesiz kendisi için ancak yetkin olmıyan bir timsal olan, bununla beraber yine kendinin bir timsali olan görülebilen mekânı

mütemadiyen hazırlıyarak göremediğimiz bir mekân içinde kendimizi sevk ve idare etmemize elverir. Burada da, bundan önce geçen bütün misallerde olduğu gibi, basit olanla benzerliktir ki bizim karışık olanı anlamamıza elverir.

Üç boyuttan fazla boyutlu geometri basit bir analitik geometri değildir, o sırf kantitatif olmayıp aynı zamanda kalitatif ve bilhassa bu yüzden o çok ehemmiyetlidir. *Analysis Situs* adı verilen ve konusu miktarları bir yana bırakılarak bir şeklin türlü unsurlarının durum münasebetlerini incelemek olan bir bilim vardır. Bu geometri sırf kalitatif; şekilleri doğru olacak yerde, bir çocuk tarafından kabataslak bir şekilde taklidedilseydi teoremleri yine doğru kalacaklardı. Üç boyuttan fazla boyutlu bir *Analysis Situs* de yapılabilir. *Analysis Situs*'un ehemmiyeti pek büyüktür ve bunun üzerinde fazla ısrar edemeyeceğim. Onun bellibaşlı yaratıcılarından biri olan *Riemann*'ın bundan ettiği istifade bunu ispata yetecektir. *Hyper-éspace*'larda onu tamamiyle kurmaya muvaffak olunmalıdır; o zaman gerçekten *hyper-éspace* içinde görmeye ve duyularımızı tamamlamaya elverecek bir alet elde edilecektir.

Analysis Situs meseleleri belki de ancak analiz dilinin sözü edilirse ortaya konulacaklardı; veya daha doğrusu, aldaniyorum, muhakkak olarak ortaya konulacaklardı, çünkü çözümleri bir sürü analiz meseleleri için lâzımdır; fakat bunlar tek tek, birbiri ardınca ve müşterek bağları bilinemeksizin ortaya konulacaklardı.

Cantorisme

Daha yukarda bilimimizin ilk ilkelerine ardi arası kesilmeden çıkmak hususunda duyduğumuz ihtiyaçtan ve insan zihninin incelenmesinin ondan elde ettiği faydadan bahsettim. İşte, matematiğin en son tarihinde pek büyük bir yer tutan iki teşebbüsü ilham eden bu ihtiyaçtır. Birincisi bilime bilinen hizmetleri yapan *cantorisme* dir. Cantor, bilime, matematik sonsuzu yeni bir tarzda ele alma usulünü soktu. VII. bölümde de bunun sözünü etme fırsatını bulacağız. Cantorisme'in en karakteristik vasıflarından biri gittikçe karışıklaşan yapılar yaparak umumiye yükselecek ve inşa yolu ile tarif edilecek yerde *yüce cins* (genus supremum) den hareket etmesi ve iskolâstiklerin diyecekleri gibi, ancak *yakın cins ve yakın ayırımı*yle (per genus proximum et differentiam specificam) tarif etmesidir. Onun arasına, bazı kafa-lara, sözgelimi, benimsediği fikir matematik bilim-leri tabiat bilimleriyle kıyaslamak olan Hermite'e verdiği korku buradan ileri geliyor. Bizim aramızdan birçoklarında bu sayılar ortadan kalkmıştı, fakat Elea'lı Zenon'u ve Megara okulunu pek çok sevin-direcek olan bazı paradokslarla ve bazı aşikâr çeliş-melerle karşılaştığı da oldu. O zaman da herkese bir çare aramak düşer. Kendi hesabıma düşünüyorum, yalnız da değilim, mühim olan, sonlu sayıda kelime-lerle tamamiyle ifade olunabilecek varlıklardan baş-ka varlıkları hiçbir zaman sokmamaktan ibarettir. Bulunan çare ne olursa olsun, meraklı bir patolojik

vakayı muayeneye çağrılan bir hekimin sevincini kendimiz de duymaya hazırlanabiliriz.

Postülatların Araştırılması

Bir yandan da türlü matematik teorilerine temel olmaya yarıyan az çok gizli postülatlarla aksiyomlar saymaya çalışıldı. Bay Hilbert en parlak sonuçlar elde etti. İlkin bu alan iyice sınırlanmış ve sayım bitmiş olacağı zaman burada artık yapılacak bir iş kalmamış gibi geliyor; bu ise gecikmiyecektir. Fakat hepsi sayıldıktan sonra hepsini sınıflandırmanın birçok tarzları olacaktır; iyi bir kütüpane memuru her zaman uğraşacak bir şey bulur, her yeni sınıflama da filozof için öğretici olacaktır.

Tamamlamayı aklımdan geçiremediğim bu gözden geçirmeyi burada bırakıyorum. Bu misaller, matematik bilimlerin hangi mekanizma ile geçmişte ilerlediklerini ve gelecekte hangi yönde yürümek zorunda olduklarını göstermek için yeteceklerdir.

BÖLÜM III.

MATEMATİK İCAT

Matematik icadın doğuşu psikologa en şiddetli bir alâka telkin etmesi gereken bir meseledir. İşte bu, insan zihninin kendi kendine ve kendi üzerine hareket ve tesir ettiği veya edemez görüldüğü dış âlmden en az bir şeyler aldığı bir fiildir; öyle ki bu, geometrik düşünme sürecini inceliyerek ulaşabileceğimizi umduğumuz insan zihninde en özlü ne varsa odur.

Bu çoktan anlaşılmıştır; birkaç ay önce *Matematik Öğretimi* adıyla Laisant ve Fehr'in idare ettiği bir dergi türlü matematikçilerin zihnî alışkanlıkları ve çalışma metotları üzerine bir anket açtı. Bu anketin sonuçları yayımlandığı zaman bu makalenin bellibaşlı hususiyetlerini tesbit etmiştim, o halde bu anketlerden hiç faydalanmadım. Şahadetlerin çoğunluğunun benim çıkardığım sonuçları teyidettiğini söylemekle yetineceğim, ittifakla demiyorum, kamu oyuna başvurulduğu zaman ittifakı temin etmekle ögünülemez.

Biz kendisine bu kadar alışmamışsak bir ilk olgunun bizi hayrete düşürmesi gerekir veya daha doğrusu, bizi hayrete düşürmesi gerekecekti. Nasıl oluyor da dünyada matematiği anlamıyan insanlar

bulunuyor? Matematik, mantık kaidelerinden, bütün yetkin zihinlerce kabul edilen kaidelerden başka bir şeye dayanmıyorsa; onun apaçıklığı bütün insanlarda müşterek olan ve deli olmadan hiçbir kimsenin inkâr edemiyeceği birtakım ilkeler üzerine dayanıyorsa, nasıl oluyor da bütün bütüne aykırı düşünen bir sürü insanlar bulunuyor?

Herkesin icada kabiliyetli olmaması; bunda esrarlı hiçbir şey yoktur. Herkesin vaktiyle öğrendiği bir ispatı aklında tutabilmesi; bu da olabilir. Fakat herkesin kendisine açıklandığı anda bir matematik istidlâli anlayamaması; işte düşünüldüğü vakit hayretlere düşülür görünen şey budur. Bununla beraber bu istidlâli ancak zorlukla takibedebilenler çoğunluk teşkil ederler. Bu, söz götürmez; ve orta öğretim öğretmenlerinin tecrübesi elbette beni yalanlamıyacaktır.

Hem dahası da var: Matematikte, yanılma nasıl mümkündür? Sağlam bir zekâ bir mantık hatası işlememelidir, ama bununla beraber çok anlayışlı kafalar var ki bunlar hayatın gündelik işlerinde yapılması gerekli muhakemeler gibi kısa bir muhakeme içinde sürçerler ve daha uzun, fakat kolayca yaptıkları muhakemelere ne tamamiyle benziyen bir küçük muhakemeler yığını olmaktan başka bir şey olmıyan matematiğin ispatlarını yanılmadan takibetmeye, ne de tekrarlamaya güçleri yetmez. Matematikçilerin kendilerinin de yanılmaz olduklarını ilâve etmek gerekli mi?

Cevap, bana kendi kendine çıkıyor gibi görünüyor. Uzun bir kıyas serisi tasarlıyalım ve birinciler-

den çıkan sonuçlar sonrakilere öncülük vazifesi gör-sün: bu kıyaslardan her birini yakalayabileceğiz, al-danmamız tehlikesi öncüllerden sonuçlara geçmede değıldir. Ama bir kıyasın sonucu olarak ilk defa bir önermeye rasladığımız anla onu bir başka kıyasın öncülü olarak bulduğumuz an arasında bazan birçok zaman geçecektir, zincirin birçok halkaları geçilmiş olacaktır; o halde o zincirin unutulması vâkı olabi-lir; veya daha tehlikelisi, onun mânası unutulmuş olabilir. O halde onun yerine biraz farklı başka bir önerme konulduğu, veya aynı beyanı muhafaza ede-rek ona bir parça farklı bir mâna verildiğı olabilir ve böylece yanılmaya mâruz kalınır.

Matematikçi çok defa bir kaide kullanmak zo-rundadır: tabii, ilkin bu kaideyi ispat etmekle baş-lar; hafızasında bu ispatın taptaze olduğu anda, o bunun mâna ve değerini pek iyi anlıyordu ve onu değıştirmek tehlikesiyle karşılaşmıyordu. Fakat bun-dan sonra o bu ispatı hâfızasına bıraktı ve artık, o, onu ancak mekanik bir şekilde tatbik ediyor; ama hâfızası kendisini aldatırsa o hepsini tersine tatbik edebilir. Böylece, basit ve hemen hemen bayağı bir misal almak için biz çarpma cetvelini unuttuğumuz-dan ötürü arasına hesap yanlışları yaparız.

Bu hesapça, matematiğe karşı duyulan hususi istidat ancak pek emin bir hâfızadan veya olağanüstü bir dikkat gücünden ileri gelecektir. Bu, çıkmış kart-ları hazırlayan *Whist* oynayanların vafına; veya bir derece yükselmemiz için pek büyük sayıda kombine-zonları düşünebilen ve onları hâfızasında tutabilen satranç oyuncularının vafına benzer bir vasıf ola-

caktır. Her iyi matematikçi aynı zamanda iyi bir satranç oyuncusu olduğu gibi aksi de olabilir; aynı zamanda sayı hesaplarını iyi yapan biri de olabilecektir. Elbette bu arasına olur, böylece Gauss hem bir dâhi geometrici, hem de çok turfanda ve emin bir hesapçıydı.

Fakat birtakım istisnalar da var; daha doğrusu, yanılıyorum, buna istisnalar diyemem. Yoksa, istisnalar kaideye uygun hallerden daha çok olacaklardır. Aksine olarak, istisna olan Gauss'tur. Bana gelince: itiraf etmek zorundayım ki benim kesin olarak yanlışsız bir toplama yapmaya gücüm yetmez. Ben aynı zamanda çok kötü bir satranç oyuncusu olurum; filân tarzda oynarken filân tehlikeye mâruz kalacağımı iyi hesaplıyacağım; başka başka sebeplerden ötürü reddedeceğim başka birçok hamleleri gözden geçireceğim ve sonunda, önceden sezdiğim tehlikeyi aralıkta unutmakla, düşündüğüm ilk hamleyi yapacağım.

Bir kelime ile, hâfızam fena değildir, ama o benim iyi bir satranç oyuncusu olmama kâfi gelmiyecektir. O halde birçok satranç oyuncularının kendilerini içinde kaybedecekleri bir küç matematik istidlâlde hâfızam neden beni aldatmıyor? Bunun sebebi şüphe yok, istidlâlin umumi gidişiyle sevk ve idare edilmesindedir. Bir matematik ispat, basit bir kıyaslar yığını değildir, bunlar *herhangi bir düzende sıralanmış* birtakım kıyaslardır ve bu unsurların, içine konuldukları düzen bu unsurların kendilerinin olduklarından daha çok ehemmiyetlidir. Bende istidlâlin bütününü fark edecek şekilde âdeta bu düzen hakkında

bir duygu, bir sezgi varsa bu unsurlardan birini unutmaktan artık korkmamalıyım, onlardan her biri kendisi için hazırlanan yere, hiçbir hâfıza cehdi yapmak zorunda kalmadan kendi kendine gelip yerine yerleşecektir.

O zaman bana, öğrenilmiş bir istidlâli tekrar ederek, onu icadedebileceğim gibi geliyor; bu çok defa bir kuruntudan başka bir şey değildir; ama o zaman bile, hattâ kendi kendime yaratmak için yetecek kadar kuvvetli değilsem bile, onu tekrarladıkça kendi kendime yeniden icadediyorum.

Bize gizli ahenkleri ve münasebetleri keşfetti-ren bu matematik düzen duygusunun ve sezginin herkeste bulunmadığı anlaşılır. Bazıları ne tarifi güç ve ince duyguya, ne de mûtadın üstünde olan hâfıza ve dikkat gücüne sahibolmayacaklardır; o zaman da biraz üstün matematiği anlamaya mutlak olarak güçleri yetmeyecektir; bunlar büyük bir sayı teşkil ederler. Bazıları da bu duyguya ancak pek az sahiptirler, fakat az bulunan bir hâfızaya ve büyük bir dikkat gücüne sahibolacaklardır. Bunlar teferruatı bir-biri ardınca ezberliyeceklerdir ve matematiği anlayabilecekler ve bazan da onu tatbik edebileceklerdir; ama yaratma halinden uzak bulunacaklardır. Nihayet bazıları da benim şimdi sözünü ettiğim hüsusi sezgiye az çok yüksek bir derecede sahibolacaklardır, o zaman da hâfızalarının hiçbir olağanüstünlüğü olmasa da onlar sade matematiği anlayamayacaklar, yaratıcı olabilecekler ve bu sezginin onlarda az çok gelişmiş bulunduğuna göre az çok başarıyla icadetmeye de çalışabileceklerdir.

Gerçekte, matematik icat nedir? Daha önceden bilinen matematik varlıklarla birtakım yeni kombinezonlar yapmaktan ibaret değildir. Bunu herhangi bir kimse yapabilecektir; fakat böylece yapılabilecek kombinezonların sayısı sonsuz olacaktır ve en büyük sayıdakiler de mutlaka faydasız olacaklardır. İcadetmek, muhakkak olarak faydasız olan kombinezonları yapmaktan ve faydalı olanlarını ve ancak pek küçük bir azlık olanları yapmaktan ibarettir. İcadetmek, ayırdetmektir, seçmektir.

Bu seçim nasıl yapılmalıdır, bunu daha yukarıda açıkladım. İncelenmeye lâyık matematik olgular, denemelik olguların bizi bir fizik kanununun bilinmesine götürdükleri tarzda, başka olgularla benzerliği dolayısıyla bir matematik kanununun bilgisine götürmeye elverişli olanlardır. Bu olgular uzun zamanlardan beri bilinen, fakat bize, haksız yere, birbirlerine karşı yabancı oldukları sanılan başka olgular arasında şüphe götürmez birtakım yakınlıklar gösteren olgulardır.

Seçilecek kombinezonlar arasında en verimlileri, çok defa, çok uzak alanlardan alınan unsurlardan kurulmuş olanlar olacaklardır. İcadetmek için mümkün olduğu kadar birbirine uymıyan nesneleri yaklaştırmanın yettiğini söylemek istemiyorum; böylelikle yapılan kombinezonların çoğu büsbütün verimsiz olacaklardır; fakat bunlar arasından pek nadir olarak bazıları, hepsinin en verimlileridir.

İcadetmek seçmektir, dedim. Fakat kelime belki tamamıyla doğru değildir; bu, kendine birçok sayıda nümuneler gösterilen ve bunların, seçimini yap-

mak üzere birbiri ardınca gözden geçiren bir alıcıyı hatırlatıyor. Burada örnekler o kadar çoktur ki bütün bir hayat bunları incelemeye yetmiyecektir. Halbuki bu böyle olmuyor. Verimsiz kombinezonlar icatçının aklına bile gelmez. Onun şuur alanında, ancak gerçekten faydalı kombinezonlarla onun red-deceği, fakat biraz faydalı kombinezonların karakterlerine katışan kombinezonlar görülecektir. Her şey; icatçı, yazılı yoklamadan sonra, artık ancak kazandığı ilân edilen adayların sözlü yoklamasını yapması gereken ikinci derecede bir imtihan ediciymiş gibi vâki olur.

Fakat buraya kadar dediğim şey, okumayı herhangi bir düşünme ile yapmak şartıyla, geometricilerin yazılarını okurken görülebilen veya intikal olunan şeydir.

Şimdi daha ileriye gitmenin ve matematikçinin ruhunda neler geçtiğini görmenin zamanıdır. Bunun için yapabileceğim en iyi şeyin şahsi hatıralarımı tekrarlamaktan ibaret olduğunu sanıyorum. Yalnız, kendimi tahdid edeceğim ve Fuchs fonksiyonları üzerine ilk muhtıramı nasıl yazdığımı anlatacağım. Affınızı dilerim, bazı teknik terimler kullanacağım, ama sizi korkutmasınlar, bunları anlamanıza hiç lüzum yoktur. Söz gelimi, filân şartlar ve hallerde filân teoremin ispatını buldum, bu teoremin sizin içinizde birçoklarının bilmiyeceği bir kaba adı olacaktır; ama bunun hiç ehemmiyeti yok; psikolog için meraka değer olan şey teorem değil, haller ve şartlardır.

On beş günden beri, Fuchs fonksiyonları adını verdiklerime benzer hiçbir fonksiyonun bulunmayaca-

ğını ispata çalışıyordum; o zaman çok bilgisizdim; her gün çalışma masama oturuyordum, bir iki saat kalıyordum, birçok kombinezonlar deniyordum ve hiçbir sonuca varamıyordum. Bir akşam, alışkanlığımın aksine olarak, kahve içtim, uyuyamadım: bir sürü fikirler fışkırıyordu; onların arasından ikisinin duraklı bir kombinezon teşkil etmesi için âdeta birbirine takılacak kadar birbiriyle çarpıştıklarını hissediyordum. Sabahleyin, bir Fuchs fonksiyonlar sınıfının, hipergeometrik seriden çıkanlarının varlığını ortaya koymuştum; sonuçları yazmamdan başka bir şey kalmamıştı; bu ise benim birkaç saatimi aldı.

Bundan sonra bu fonksiyonları iki serinin bölümü ile göstermek istedim; bu fikir tamamiyle şuurla ve düşünceyle oldu. Eliptik fonksiyonlarla olan benzerlik bana yol gösteriyordu. Bu serilerin özelliklerinin, mevcut iseler, neler olması gerektiğini düşünüyordum; ve zorlukla karşılaşmadan thêtafuchsiyen adını verdiğim serileri teşkil etmeye muvaffak oldum.

Bu anda Maden Okulunun tertibettiği bir jeoloji gezisine katılmak üzere, o zamana kadar oturduğum Caen'dan ayrıldım. Seyahatin heyecanları bana matematik çalışmalarımı unutturdular. Contances'a varınca, bilmem hangi gezinti için bir omnibüse bindik, omnibüsün basamağına ayağımı basar basmaz, daha önceki düşüncelerim içinde hiçbir şey beni buna hazırlamaksızın, aklıma Fuchs fonksiyonlarını tarif için kullandığım değişimlerin Eukleides'ci olmayan geometrinin değişimlerinin aynı oldukları fikri geldi. Gerçeklemeyi yapmadım; zaten bunun için

zamanım da yoktu. Çünkü omnibüse oturur oturmaz, başladığımız konuşmaya devam ettim, fakat derhal tam bir kesin bilgi elde ettim. Caen'a dönünce içimin rahat etmesi için dinlenmiş kafa ile neticeyi tahkik ettim.

O zaman açık, büyük bir neticesi olmıyan ve benim önceki araştırmalarım ile en küçük bir ilgisi olabilmesinden şüphelenmeksizin birtakım aritmetik meseleleri incelemeye koyuldum. Başarısızlığımdan canım sıkıldığı için deniz kenarında birkaç gün geçirmeye gittim, ve bambaşka şeyler düşündüm. Bir gün kayalıklarda gezinirken, hep aynı kısalık, birdenbirelik ve kesin bilgi karakterleriyle belirsiz üçlü kuadratik şekillerin aritmetik değişmelerinin Eukleides'ci olmıyan geometrinin değişmiyenlerinin aynı olduğu aklıma geldi.

Caen'a dönünce bu netice üzerinde düşündüm ve bundan sonuçlar çıkardım. Kuadratik şekiller misali bana hipergeometrik seriye tekabül edenlerden başka birtakım Fuchs gruplarının bulunduğunu gösteriyordu; onlara thétafuchsien serilerin teorisini tatbik edebileceğimi ve bunun sonucu olarak, ancak benim o zamana kadar bildiğim hipergeometrik seriden çıkan fonksiyonlardan başka Fuchs fonksiyonlarının varlığını gördüm. Tabii, bütün bu fonksiyonları teşkil etmeyi istedim; bu hususta sistemli bir çevirme yaptım ve ileri istihkâmları birbiri ardınca aldım; ama hâlâ dayanan ve düşmesi müstahkem mevkiin düşmesini gerektirecek olan bir tanesi vardı. Fakat bütün gayretlerim bana ilkin ancak güçlüğü daha iyi

tanımlığıma yaradılar. Bu ise yine bir şeydir. Bütün bu çalışma tamamıyla şuurlu oldu.

Bunun üzerine askerlik vazifemi yapmak zorunda olduğum Mont-Valérien'e hareket ettim; görülüyor ki, türlü türlü işlerle uğraştım. Bir gün, bulvarı geçerken, beni durduran zorluğun çözümü birdenbire aklıma geldi. Onu derhal derinleştirmeye uğraşmadım, ancak, askerlik hizmetinden sonra meseleyi tekrar ele aldım. Bütün unsurlar elimdeydi, ancak bunları toplamak ve düzenlemekten başka yapacak bir işim yoktu. O halde bir çırpıda ve hiçbir zahmet çekmeden muhtırama son şeklini vererek yazdım.

Ben bu biricik örnekle yetimsiyeceğim. Bunları çoğaltmak faydasızdır. Öbür araştırmalarım gelince tamamıyla bunun aynı şeyleri anlatmak zorunda kalacağım; *Matematik Öğretim* dergisinin anketinde öbür matematikçilerin yaptığı müşahedeler bunları teyid etmekten başka bir şey yapamayacaklardır.

İlkin dikkati çekecek olan şey, daha önceki şuur dışı uzun bir çalışmanın apaçık belirtileri olan bu ani ilham görünüşleridir; matematik icatta bu şuur dışı çalışmanın rolü bana söz götürmez gibi geliyor. Daha az apaçık olduğu başka hallerde bunun izlerine raslanır. Çok defa, güç bir mesele üzerinde çalışıldığı zaman ilk defa işe koyulur koyulmaz iyi bir şey yapılmaz; bundan sonra az çok uzunca bir dinlenmeye geçilir; yeniden masa başına oturulur. İlk yarım saat içinde hiçbir şey bulmamakta devam olunur, sonra, sonra birdenbire kesin fikir akla gelir. Şuurlu işin daha verimli olduğu söylenebilir, çünkü

bu işe ara verildi ve dinlenme zihne kuvvet ve tazeliğini iade etti. Fakat bu dinlenmenin şuur dışı bir çalışma ile geçmesi ve bu çalışmanın sonucunun geometrici tarafından kendinin, tıpkı sözünü ettiğim hallerde olduğu gibi, keşfedilmesi daha çok mümkündür. Yalnız ilhamın bir seyahat veya bir gezinti sırasında doğması yerine şuurlu bir çalışma zamanında, fakat sanki dinlenme sırasında daha önce elde edilen, bununla beraber şuur-dışı kalan sonuçları şuurlu bir şekil almaya tahrik edecek olan bir iğneymiş gibi, olsa olsa bir açma rolü oynayan bu çalışmadan müstakil olarak husule geldi.

Bu şuur-dışı çalışmanın şartları hakkında yapılacak başka bir tembih daha vardır: bu da ancak şuurlu çalışma zamanından önce gelmiş veya onu takibetmişse onun mümkün olduğu ve herhalde verimli olduğudur. Hiçbir zaman (ve benim sözünü ettiğim misaller bunu yetecek kadar ispat eder) bu ani ilhamlar ancak mutlak surette verimsiz görünen ve iyi hiçbir şey yapılmadığı sanıldığı, tamamiyle yanlış yola gidilmiş gibi görünen birkaç iradi gayret gününden sonra husule gelirler. Bu gayretler o halde düşünüldüğü kadar verimsiz olmadılar, şuur-dışı makineyi harekete geçirdiler ve bu gayretler olmadan, hiç işlemeyecekti, hiçbir şey husule getirmiyecekti.

İlhamdan sonra, ikinci şuurlu çalışma zamanının gerekliliği daha iyi anlaşılıyor. Bu ilhamın neticelerini ortaya koymak ve bundan doğrudan doğruya sonuçlar çıkarmak, bunları düzenlemek, ispatları kaleme almak gerekir; fakat hele hele onları gerçek-

lemek gerekir. İlhamla birlikte bulunan bu mutlak kesin bilgi duygusunun sözünü ettim. Sözü edilen hallerde, bu duygu aldatıcı değildir ve çok defa da bu böyledir; fakat bunun bir istisnası olmıyan kaide olduğuna inanmaktan sakınmalıdır; bu duygu çok defa kuvvetini azaltmadan bizi aldatır. Ancak ispata kalkışılınca bunun farkına varılır. Bilhassa bu olguyu yatağımda yarı uyur, yarı uyanık bir halde, sabah ve akşam aklıma gelen fikirlerde müşahede ettim.

Olgular bunlar; işte şimdi de onların bize kabul ettirdikleri düşünceler. Şuur-dışı ben, veya denildiği üzere subliminal ben matematik icatta belli-başlı bir rol oynar. Bu netice bundan önce geçenlerden çıkar. Fakat subliminal ben, mûtat olarak, sırf otomatik olarak göz önünde tutulur. O halde matematik çalışma ne kadar yetkin farz olunursa olunsun, bir makineye bırakılabilecek basit bir mekanik iş değildir. Sade kaideleri tatbik etmek, bazı sabit kanunlara göre daha çok kombinezonlar imal etmek bahis konusu değildir. Böyle elde edilen kombinezonlar sayıca son derece çok, faydasız ve başa belâ olurlar. İcatçının hakiki işi faydasız olanlarını atacak ve daha doğrusu bu kombinezonları yapmak zahmetine katlanmıyacak şekilde bu kombinezonlar arasından seçmekten ibarettir. Bu seçimi sevk ve idare etmesi gerekli kaideler son derece ince ve naziktirler. Bunları açık bir dille beyan etmek aşağı yukarı imkânsızdı; onlar daha çok kendilerinin formüle edilmediklerini anlarlar; bu şartlar içinde bunları mekanik bir şekilde tatbik etmeye muktedir nasıl bir kalbur tasarlamalıdır?

Öyle ise bir ilk hipotez aklımıza gelmektedir. Subliminal ben hiç de şuurlu benden aşağı değildir, surf otomatik değildir. Onun ayırtetmeye gücü yeter, iz'an ve inceliği vardır. Seçmesini bilir, keşfetmesini bilir. Daha ne diyeyim; şuurlu, benden daha iyi keşfetmesini bilir. Çünkü onun başarısızlığa uğradığı yerde o muvaffak olur. Bir tek kelimeyle, subliminal ben şuurlu ve benden üstün değil mi? Bu meselenin bütün ehemmiyetini anlıyorsunuz. Bay Bourroux yeni verdiği bir konferansta bu sorunun bambaşka vesilelerle nasıl ortaya atıldığını ve hangi sonucun müspet bir cevabı gerektirdiğini gösterdi (aynı yazarın *Bilim ve Din* adlı eserine de bakınız, sahife 313).

Bu müspet cevap, benim demin açıkladığım olgularla mı bize kendini telkin etti? Kendi hesabıma itiraf edeyim ki, bunu gönülsüz olarak kabul edeceğim. O halde olguları tekrar gözden geçirelim ve bunların bir başka açıklamaları bulunup bulunmadığını araştıralım.

Biraz uzunca şuurdışı bir çalışmadan sonra bir nevi âni ilham içinde akla gelen kombinezonların bir ilk seçim sonucu gibi görünen, umumi olarak faydalı ve verimli kombinezonlar oldukları muhakkaktır. Bundan subliminal ben'in kombinezonların faydalı olabileceklerini ince bir sezgiyle keşfetmekle ancak bu kombinezonları teşkil ettiği, veya ilgi çekmeden ve şuurdışı kalan birçok başka kombinezonları teşkil ettiği sonucu çıkar mı?

Bu ikinci görüş tarzında, bütün kombinezonlar subliminal ben'in otomatikliği neticesinde teşekkül

edeceklerdir; fakat yalnız ilgi çekici olanlar şuur alanına gireceklerdir. Bu da henüz pek esrarlıdır. Bizim şuur-dışı faaliyetimizin binlerce mahsulü arasında, birçokları eşğin ötesinde oldukları halde eşgi geçmeye davet edilenlerin bulunmasının sebebi nedir? Bu imtiyazı onlara bağışlayan basit bir tesadüf müdür? Elbette hayır; sözgelimi, duygularımızın bütün uyarımları arasında, dikkatimizi başka sebeplerle bunlar üzerine çekmedikleri takdirde, yalnız en şiddetli olanları çekeceklerdir. Daha umumi olarak, imtiyazlı şuur-dışı olgular şuurlu olmaya elverişli olanlar doğrudan doğruya veya vasıtalı olarak duyarlılığımıza en derin bir şekilde dokunanlardır.

Ancak görünüşe göre zekâyı ilgilendirebilen matematik ispatlar dolayısıyla duyarlılığın işe karıştırıldığını görmekte hayrete düşülebilir. Bu, matematik güzelliğin sayıların ve şekillerin ahenginin, geometrik zarafetinin duygusunu unutmak olacaktır. Bu bütün gerçek matematikçilerin bildiği gerçek bir estetik duygudur. İşte bu duyarlılık buradadır.

Kendisine şu güzellik ve zarıflık karakterini isnadettiğimiz ve içimizde bir nevi estetik heyecanı geliştirmeye elverişli olan matematik varlıklar nelerdir? Zihnin emeksizce teferruata tamamıyla girerek, bunların hepsini içine alabilecek şekilde unsurları ahenkli bir tarzda tertiplenmiş olanlardır. Bu ahenk hem bizim estetik ihtiyaçlarımız için bir tatmin, hem de müdafaa, sevk ve idare ettiği zihniyet için bir yardımdır. Aynı zamanda gözlerimiz önüne iyi düzenlenmiş bir bütün koymakla o bize bir matematik kanunu sezdirir. O halde yukarda dediğimiz gibi,

dikkatimizi çekmeye lâyık ve faydalı olmaya elverişli veğâne matematik olgular bize bir matematik kanunu bildirebilen olgulardır. Öyle ki, biz şu aşağıdaki sonuca varıyoruz. Faydalı kombinezonlar muhakkak olarak en güzelleridir, bütün matematikçilerin bildikleri, fakat bu işten anlamıyanların çok defa gülmeye kalkışacak kadar cahili oldukları şu hususi duyarlığı en iyi teshir edebilenlerdir, demek istiyorum.

O halde ne oluyor? Subliminal ben'in körükörüne teşkil ettiği pek çok sayıdaki kombinezonlar arasında hemen hemen hepsi lüzumsuz ve fayadsızdır. Fakat bu yüzden de, estetik duyarlık üzerine bir tesirleri yoktur; şuur onu hiçbir zaman bilmiyecektir; yalnız bazıları ahenklidirler ve bunun sonucu olarak, hem faydalı, hem de güzeldir. Şimdi sözünü ettiğim geometricinin bu hususi duyarlığını tahrik etmeye güçleri yetecektir, bir kere tahrik edildi mi, bu duyarlık onlar üzerine dikkatimizi çekecek, onlara böylece şuurlanmak fırsatını sağlayacaktır. Bu ancak bir hipotezdir; bununla beraber bunu teyid edebilecek işte bir müşahede; Âni bir ilham matematikçinin zihnini kapladığı zaman, onun matematikçiyi aldatmadığı pek çok olur; fakat dedim ki, arasıra yine bir gerçekleşme denemesine tahammülü olmadığı da vâkıdır. Peki, hemen hemen daima görülür ki, bu yanlış fikir doğru olsaydı, bizim matematik zarafetimizin tabii bir içgüdüsünü okşardı.

Böylece işte bu hususi estetik duyarlıktır ki daha yukarda sözünü ettiğim ince kalbur rolünü oynar, bu da kalburdan mahrum olanın neden hiçbir

zaman hakiki bir icatçı olmayacağını yetecek kadar anlatır.

Bununla beraber bütün zorluklar ortadan kalkmadı. Şuurlu ben'in sınırı dapdaracıktır. Subliminal ben'e gelince bunun sınırlarını bilmiyoruz; bunun için de, bir varlığın bütün hayatının ihata edemediği türlü birçok kombinezonları az zamanda teşkil edebildiğini farz etmekten fazla çekinmiyoruz. Bununla beraber bu sınırlar mevcuttur, muhtemel mi ki sayısı muhayyileyi korkutacak olan bütün mümkün kombinezonları teşkil edebilsin?

Bununla beraber bu gerekli gibi geliyor; çünkü bu kombinezonlardan ancak küçük bir bölümünü husule getirirse, bunu da gelişigüzel yaparsa, seçilmesi gerekli olan iyi'nin onlar arasında bulunması için pek az bir ihtimal olacaktır.

Belki bu açıklamayı daima verimli bütün şuurlu çalışmadan önce gelen şu ilk şuurlu çalışma devrinde aramak gerekir. Kaba bir kıyaslama yapmama müsaade buyurunuz. Kombinezonlarımızın gelecekteki unsurlarını Epikuros'un çengelli atomlarına benzeyen bir şey gibi tasarlıyalım. Zihnin tam bir sükûnet sırasında bu atomlar hareketsizdir, âdeta onlar duvara takılmış gibidirler. Bu tam sükûnet, bu atomlar birbirleriyle karşılaşmadan, ve bunun sonucu olarak, bunlar arasında hiçbir kombinezon husule gelmeksizin alabildiğine uzıyabilir.

Bunun aksine olarak açık bir sükûnet ve şuursuz bir çalışma anı sırasında bunlardan bazıları duvardan kurtulmuşlar ve harekete geçmişlerdir. Onlar mekânın her yönünde, az kaldı, içinde bulundukla-

nı odanın diyecektim, sözgelimi, bir küçük sinek kümesinin yapabileceği gibi veya bir bilgince kıyaslama tercih olunursa, gazların kinetik teorisinde gaz moleküllerinin yaptıkları gibi dönüp dolaşırlar. O zaman onların karşılıklı çarpışmaları yeni yeni kombinezonlar vücuda getirebilirler.

İlk şuurlu çalışmasının rolü ne olacak? Elbette, bu atomlardan bazılarını harekete getirmek ve onları duvardan kurtarmak ve faaliyete geçirmektir. Bu unsurların bir araya toplanmasına çalışmak için bin bir türlü şekilde harekete getirildiğinden ve tatmin edici bir birleşme bulunmadığından ötürü iyi hiçbir şey yapılmadığı sanılır. Fakat irademizle onlara yapılan bu tahrikten sonra bu atomlar ilk sükûnet hallerine dönmeyiz. Onlar serbest serbest hareketlerine devam ederler.

Halbuki irademiz onları gelişigüzel seçmedi; irademiz tamamiyle belli bir amaç güdüyordu; harekete geçirilen atomlar da herhangi birtakım atom değildir: aranılan çözümünü mâkul bir şekilde beklediğimiz atomlar bunlardır. Harekete getirilen atomlar kendilerini ister kendi aralarında, ister hareket-siz kalan ve dolaşmaları sırasında çarpışmaya gelecek olan başka başka atomlar ile kombinezonlara girecek birtakım çarpışmalara mâruz kalacaklardır. Bir kere daha af dilerim, benim kıyaslamam pek kabardır; fakat düşüncemi bundan başka nasıl anlatabileceğimi pek bilmiyorum.

Ne olursa olsun, vücuda gelmesi ihtimali olan yegâne kombinezonlar, hiç değilse unsurlardan bi-

rinin irademizle serbestçe seçilen bu atomlardan birinin bulunduğu kombinezonlardır. O halde elbette demin iyi *kombinezon* adını verdiğim kombinezon işte bunlar arasında bulunur. Belki burada ilk hipotezde paradoksal olarak bulunan şeyi azaltmanın bir yolu vardır.

Başka bir mülâhaza: Şuurlu olmıyan çalışmanın ancak değişmez kaidelerin tatbik olduğu biraz uzunca bir hesabın neticesini haphazır sağlamadığı hiçbir zaman olmaz. Tamamiyle otomatik olan subliminal ben'in sanki sırf mekanik olan bu çeşit bir çalışmaya bilhassa kabiliyetli olduğu sanılabilir. Öyle geliyor ki, bir akşam bir çarpmanın çarpanlarını düşünürken, uyanınca çarpımın haphazır bulunacağı umulabilir, veya bir cebir hesabı, sözgelimi bir gerçekleştirme şuursuz bir şekilde olabilecektir, bu hiç de böyle değildir, müşahede bunu ispat eder. Şuursuz bir çalışmanın mahsulleri olan bu ilhamlardan beklenabilen her şey benzer hesaplar için birtakım hareket noktalarıdır. Hesapların kendilerine gelince, bunları ilhamın ardınca gelen, bu ilhamın sonuçlarının gerçekleştirildiği ve bundan sonuçlar çıkarıldığı ikinci şuurlu çalışma anında yapmalıdır. Bu hesapların kaideleri kesin ve karışıktır. Bunlar disiplini, dikkati, iradeyi ve bunun sonucu olarak, şuuru gerektirir. Subliminal ben'de bunun aksine olarak, bu isim basit bir disiplin yokluğuna ve tesadüften doğan bir düzensizliğe verilebilirse benim kendisine hürriyet adını verdiğim şey hüküm sürer. Yalnız bu düzensizliğin kendi de beklenilmedik birtakım birleşmelere elverir.

Son bir tembih daha yapacağım: daha yukarda kendime ait bazı müşahedelerimi anlattığım zaman istemiye istemiye çalıştığım ve kahve ile tembih edildiğim bir geceden bahsettim. Bunun gibi olan haller çoktur, beynin anormal faaliyetüne benim sözünü ettiğim hal gibi fizik bir münebbihin sebeb olması gerekli değildir. Pekâlâ! Bu hallerde haddinden fazla tembih edilen şuurda kısmen görülebilen ve bundan dolayı tabiatını değiştirmiyen kendi öz şuursuz çalışmasına insanın kendi de şahid olur gibi geliyor. O zaman iki mekanizmayı, veya istenilirse, iki ben'in çalışma metotlarını ayırdedenin ne olduğunun üstün-körü farkına varılır. Benim böylece yapabildiğim psikolojik müşahedeler umumi hatlar içinde şimdi ortaya attığım görüşleri teyideder gibidirler.

Şüphesiz, bu müşahedeler bu teyide çok muhtaçtırlar. Çünkü bunlar hipotetikler ve her şeye rağmen hipotetik kalırlar: meselenin ehemmiyeti o kadar büyüktür ki, bu müşahedelerimi okuyucunun önüne koymuş olmaktan nedamet duymuyorum.

BÖLÜM IV.

TESADÜF

I

“Tesadüf kanunlarının sözünü etmeye nasıl cesaret etmeli? Tesadüf her kanunun bir antitezi değil mi?” Bertrand, *İhtimaller Hesabı*’nın başında fikrini böyle ifade ediyor. İhtimal, kesin bilgi (certitude) ye karşıdır; o halde bu, bilinmiyen şeydir, bunun sonucu olarak da öyle geliyor ki hesaplanamıyacak şeydir. Burada hiç değilse görünüşte bir çelişme vardır; bu çelişme üzerine de çok şeyler yazıldı çizildi.

İlkin, tesadüf nedir? Eski düşünürler kesin olarak konulmuş, ahenkli birtakım kanunlara tâbi görünen olgularla tesadüfe atfedilen olguları ayırıyorlardı; her kanuna karşı gelmekte olduklarından, önceden sezilemiyen bu ikinci cinsten olgular. Her bir alanda, kesin kanunlar her şey hakkında hüküm vermezlerdi, yalnız tesadüfün hüküm sürmesine elverişli sınırları çiziyorlardı. Bu anlayışta tesadüf kelimesinin açık objektif bir mânası vardı, bu ise biri için tesadüf olan öbürü için, hattâ tanrılar için de tesadüf idi.

Fakat bu anlayış artık bizim anlayışımız değildir; biz mutlak determinist olduk ve insan cüzi ira-

desinin haklarını muhafaza etmek isteyenler bile hiç değilse determinizmin organik olmıyan âlemde işti-raksız olarak hüküm sürmesine göz yumarlar.

Nekadar küçük olursa olsun, her olgunun bir sebebi vardır ve son derece kuvvetli ve tabiat kanun-ları hakkında son derece iyi bilgi sahibi bir kafa da-ha başlangıçtan itibaren bunu sezebilir. Böyle bir kafa bulunsaydı onunla hiçbir tesadüf oynamıyacak-tı ve daima kaybedilecekti.

Onun için, gerçekte, tesadüf kelimesinin mâ-nası olmıyacak ve daha doğrusu tesadüf diye bir şey olmıyacaktı. Bizim için bir tesadüfün bulunmasının sebebi za'fımız ve bilgisizliğimizdir. Hattâ kendi za-yıf insanlığımızdan çıkmaksızın, cahil için tesadüf denen şey artık bilgin için tesadüf değildi. Tesadüf bizim bilgisizliğimizin ölçüsünden başka bir şey de-ğildir. Ansızın beliren olgular, tarif gereğince, kanun-larını bilmediğimiz olgulardır.

Fakat bu tarif iyice tatmin edici midir? İlk Çağda çobanlar gözleriyle yıldızların hareketlerini takibettikleri zaman henüz astronomi kanunlarını bilmiyorlardı; yıldızların gelişigüzel hareket ettikle-rini söylemeyi akıllarından geçirecekler miydi? Mo-dern bir fizikçi yeni bir olguyu incelerse ve salı günü onun kanununu keşfederse, pazartesi günü bu olgu-nun ansızın belirdiğini söyleyecek miydi? Fakat da-hası var: bir olguyu önceden haber vermek için çok defa, Bertrand'ın tesadüf kanunları adını verdiği ka-nunlar akla getirilmez mi? Sözelimi, gazların kine-tik teorisinde gaz moleküllerinin hızlarının düzensiz olarak yani tesadüfe bağlı olarak değiştikleri hipotezi

sayesinde bilinen Mariotte, Guy Lussac kanunları yeniden bulunur. Hızlar herhangi basit bir ilk kanun ile düzenlenmiş olsalardı, moleküller denildiği gibi organize olsalardı, bu moleküller herhangi bir discipline tâbi olsalardı, bütün fizikçiler, gözlemi yapabilen kanunların daha az basit olacaklarını söyleyeceklerdi. Biz ancak tesadüf sayesinde, yani bilgisizliğimiz sayesinde bir sonuç çıkarabiliriz; o zaman da tesadüf kelimesi sadece bilgisizlik kelimesinin eşdeğer anlamı ise, bu ne demektir? Bunu aşağıdaki gibi ifade etmek mi gerekir?

“Benden şimdi husule gelecek olguları önceden size haber vermeme istiyorsunuz. Bir talihsizlik eseri olarak, bu olguların kanunlarını bilseydim buna ancak içinden çıkılmaz hesaplarla ulaşmış olabilirdim ve size cevap vermekten vazgeçecektim; fakat onları bilmemek şansına malik olduğum için size hemen cevap vereceğim. Daha çok olurüstü olan şey, cevabımın doğru olacağıdır.”

O halde tesadüfün, bizim bilgisizliğimize verdiğimiz isimden başka bir şey olması; sebeplerini bilmediğimiz olgular arasında, olasılıklar hesabının bizi muvakkat olarak bilgilendirdiği ansızın beliren olgularla, ansızın belirmiyen ve idare eden kanunlarını tâyin etmedikçe kendilerine dair hiçbir şey söyleyemeyeceğimiz olguları ayırdetmemiz gâfektir. Ansızın beliren olgular için de bize olasılıklar hesabının sağladığı bilgilerin, bu olguların daha iyi bilindiği gün doğru olmaktan çıkamayacakları açıktır.

Bir hayat sigortası şirketinin müdürü sigorta ettiği kimselerden her birinin ne zaman öleceğini bil-

mez; ama Olasılıklar hesabına ve büyük sayılar kanununa güvenir. Ortaklarına gelir hisselerini dağıttığı için aldanmaz. Çok kavrayışlı ve pek boşboğaz bir hekim, polis imzaladıktan sonra, sigortalılarının hayat şansları üzerine müdürü aydınlatmaya gelseydi bu gelir hisseleri yanmıyacaktı. Bu hekim, müdürün bilgisizliğini görecek; ama elbette bu bilgisizliğin bir mahsulü olan temettü hisseleri üzerinde hiçbir tesiri olmayacaktı.

II

Tesadüfün iyi bir tarifini bulmak için ansızın belirmiş olarak bakılması kabul olunan ve olasılıklar hesabının kendilerine tatbik olunabilir görüldüğü olguların bazılarını incelemek gerekir; bundan sonra da bunların müşterek karakterlerinin ne olduğunu araştıracamız.

Seçeceğimiz ilk misal, duraksız denge misalidir; bir koni tepe noktasında durursa iyi biliyoruz ki, o düşecektir, ama hangi tarafa düşeceğini bilmiyoruz. Bize öyle geliyor ki onun düşeceği tarafı tâyin edecek ancak tesadüftür. Koni yetkin bir şekilde simetrik olsaydı, eksenini tamamiyle düşey doğrultusunda olsaydı, yer çekiminden başka bir kuvvetin tesiri altında olmasaydı hiç düşmiyecekti. Fakat en küçük bir simetri hatası onu hafifçe şu veya bu yana eğdirecektir, o da eğilir eğilmez, ne kadar az olursa olsun, tamamiyle bu yana düşecektir. Simetri tam olsa bile, pek hafif bir sallantı, bir üfürük birkaç saniyelik bir yay kadar onu eğdirecektir; onun düşmesini,

hattâ ilk eğilmenin yönü olacak olan düşmesinin yönünü tâyin etmeye yetecektir.

Bizim gözümüzden kaçan küçük bir sebep, görmezlik edemiyeceğimiz büyük bir neticeyi tâyin eder, o zaman da biz bu neticenin tesadüften ileri geldiğini söyleriz. Başlangıç anında tabiat kanunlarını ve âlemin durumunu dosdoğru bilseydik bu âlemin daha sonra gelen anındaki durumunu önceden dosdoğru haber verebilecektik. Fakat tabiat kanunlarının bizim için artık gizli bir şeyleri olmadığı zamanda da başlangıçtaki durumu ancak *kestirme olarak* bilebileceğiz. Bu bize *aynı kestirme yoluyla* sonraki durumu önceden haber vermemize elverirse, bize gereken de bürün budur, olgunun önceden görüldüğünü, kanunlarla idare edildiğini söyleyeceğiz; ama bu her zaman böyle değildir. Başlangıçtaki şartlar içinde birtakım küçük farkların son olgularda pek büyük farklar vücuda getirdiği olabilir; ilkeler üzerinde küçük bir yanlış sonuçlar üzerinde çok büyük bir yanlış sebebolacaktır. Önceden haber verme imkânsızlaşır, biz de ansızın beliren bir olgu elde ederiz.

İkinci misalimiz birinciye pek çok benziyecektir. Bu misali meteorolojiden alacağız. Neden meteorolojistler herhangi bir kesin bilgiyle havayı önceden haber vermekte bunca zahmet çekerler? Neden yağışların, fırtınaların kendileri bize tesadüfen vâkı olmakta görünür, öyle ki birçok insanlar dua ile bir güneş tutulmasını istemeyi gülünç saydıkları halde yağmur veya güzel hava elde etmek için dua etmeyi tamamiyle tabîî bulurlar? Büyük inhirâfların umumi olarak atmosferin duraksız denge halinde olmadığı böl-

gelerde husule geldiğini görüyoruz. Meteorolojistler bu dengenin duraksız olduğunu, bir siklonun herhangi bir yerde, fakat kendilerinin, bunu söylemek iktidarında olmadıkları bir yerde vukua geleceğini iyice görüyorlar; bir derecenin onda birinden biraz fazla veya eksik herhangi bir noktada, siklon burada belirir, şurada belirmez ve esirgemiş olacağı memleketler üzerinde zararlarını yapar. Bu bir derecenin onda biri bilinseydi siklon daha önce bilinecekti, fakat gözlemler ne yetecek kadar sık, ne de yetecek kadar kesin değillerdi, işte bunun için her şey tesadüfün işe karışmasından ileri gelmekte olduğu görünür. Yine burada da gözlemci için kestirilmez küçücük bir sebep ile bazan korkunç felâketler teşkil eden çok büyük sonuçlar arasında aynı tezadı buluyoruz.

Başka bir misale, zodyak üzerinde küçük gezegenlerin dağılımı misaline geçelim. Onların başlangıçtaki boylamları rasgele olabildiler, fakat onların ortalama hareketleri başka idi ve onlar o kadar uzun zamandan beri dönüp dolaşmaktadırlar ki onların şimdi zodyak boyunca *tesadüfi olarak* serpilmiş oldukları söylenebilir. Güneşe olan uzaklıkları arasındaki, veya aynı şey demek olan onların ortalama hareketleri arasındaki ilk küçük farklar sonunda şimdiki boylamları arasındaki çok büyük farkları vücud getirmişlerdir; günlük ortalama harekette bir saniyenin binde biri kadar bir fazlalık, gerçekte, üç yılda bir saniye; on bin yılda bir derece; üç veya dört milyon yılda bütün bir daireyi verecektir; bu ise küçük gezegenlerin Laplace nebülözünden ayrılalıdan beri geçen zamana göre nedir ki? İşte bir defa

daha küçük bir sebep ile büyük bir sonuç! Daha doğrusu, sebepteki küçük farklarıyla sonuçtaki büyük farklar!

Rulet oyunu görüldüğünden daha az bizi yukardaki misalden uzaklaştırıyor. Bir kırmızı bir kara almak üzere 100 eşit parçaya bölünmüş bir kadran üzerinde, bir eksen etrafında döndürülebilen bir ibre farz edelim. Bu ibre bir kırmızı parça üzerinde durursa parti kazanılmıştır, aksi takdirde kaybedilmiştir. Şüphe yok, her şey bizim ibreye verdiğimiz ilk itmeye bağlıdır. İbre, farz ediyorum ki on veya yirmi devir yapsın; fakat az çok kuvvetli ittiğime göre az çok çabuk duracaktır. Yalnız, ibrenin bir kara parçada veya onun ardınca gelen kırmızı bir parçada durması için itmenin bir miliyem veya iki miliyem değişmesi yeter. Bunlar öyle farklıdır ki, kas duygusu farkına varmaz ve hattâ en ince aletler bile ayırde-demezler.

O halde çevirdiğim ibrenin yapacağı şeyi önceden görmek benim için mümkün değildir; işte bu yüzden kalbim çarpıyor ve her şeyi tesadüften bekliyorum. Sebepteki fark hiss olunamaz, sonuçtaki farkın benim için çok büyük ehemmiyeti vardır, çünkü koyduğum bütün para yanıyor.

III

Burada konumun biraz dışında düşünmekliğime müsaade olunsun. Birkaç yıl önce bir filozof, geleceğin geçmişle tâyin edildiğini, ama geçmişin gele-

cekle tâyin edilmediğini; veya başka deyimlerle, halin bilgisinden geleceğini çıkarabildiğimizi, ama geçmişini çıkaramadığımızı söyledi. Çünkü, o diyor, bir sebep ancak bir sonuç doğurabilir, halbuki aynı bir sonuç türlü türlü sebeplerle meydana getirilebilir. Hiçbir bilginin bu sonuca iştirak edemediği açıktır; tabiat kanunları sonraki olgu (le conséquent) nun önceki olgu (l'antécédent) ile tâyin edildiği kadar önceki olgunun da sonraki olgu ile tâyin edilecek şekilde önceki olguyu sonraki olguya bağlar. Fakat bu filozofun yanılmasının kaynağı ne olabilir? Carnot ilkesi gereğince fizik olguların tersinemez olduğunu ve âlemin yeknesaklığa doğru gittiğini biliyoruz. Aynı ısıda iki cisim karşı karşıya bulundukları zaman en sıcak olanı en soğuk olanına hararet bırakır. O halde ısıların eşitleşeceğini önceden görebiliriz. Fakat ısılar bir kere eşit oldu mu, önceki hal üzerine sorguya çekilirse ne cevap verebileceğiz? Cisimlerden birinin sıcak, öbürünün de soğuk olduğunu söyleyeceğiz, ama bunlardan hangisinin vaktiyle daha sıcak olduğunu keşfedemeyeceğiz.

Bununla beraber, gerçekte, ısılar hiçbir zaman tam bir eşitliğe erişemezler. Isılar arasındaki fark yalnız asimptotik (asymptotique) şekil sifasına doğru gider. Öyle bir zaman gelir ki bizim termometrelerimiz bunu ayırtedemezler. Fakat bizim bin defa, yüz bin defa daha hassas termometrelerimiz olsaydı yine küçük bir farkın kaldığını ve cisimlerden birinin öbüründen daha sıcak kaldığını söyleyecektik; o zaman da öbüründen vaktiyle daha sıcak olanın ötekisi olduğunu tasdik edebileceğiz.

İmdi o zaman, bundan önceki misallerde gör-
düklerimizin aksine olarak, sebeplerde büyük fark-
lar, sonuçlarda küçük farklar vardır. Flammation vak-
tiyle, ışığın hızlarından daha büyük bir hızla yeryu-
varlağından uzaklaşacak bir gözlemci tasarlamıştı.
Onun için, zamanın işareti değişecekti. Tarih ters
dönmüş, Waterloo da Austerlitz'den önce olacaktı.
Peki, bu gözlemci için, sonuçlar ve sebepler tersine
çevrilmiş olacaktı. Duraksız denge artık bir istis-
na teşkil etmiyecekti; umumi tersinemezlik sebebiyle,
her şey ona duraksız bir denge halinde bulunan bir
nevi kaostan çıkmakta görünecekti; bütün tabiat ona
tesadüfe bırakılmış gibi gelecekti.

IV

İşte bazı misaller ki şimdi bunlarda biraz farklı
birtakım karakterlerin belirdiğini göreceğiz.

İlkin gazların kinetik teorisini ele alalım. Gaz-
la dolu bir kabı nasıl tasarlamamız gerekir? Büyük
hızlarla hareket eden sayısız moleküller bu kabın
içinde her yönde dolaşırlar. Her anda kabın kenar-
larına çarparlar, veya birbirleriyle çarpışırlar. Bu çar-
pışmalar da çok değişik şartlar altında olur. Burada
bilhassa bizim dikkatimizi çeken şey sebeplerin kü-
çüklüğü değil, karşıklığıdır. Bununla beraber ilk un-
sur yine burada da bulunur ve mühim bir rol oynar.
Bir molekül pek küçük bir miktarda ve gaz molekül-
lerinin tesir alanına kıyaslanabilen, yürüngesinin so-
luna veya sağına doğru saparsa bir çarpışmayı önli-
yecek veya ayrı şartlar altında ona mâruz kalacak-

tır. Bu da çarpışmadan sonra hızının istikametini belki 90° veya 180° değiştirecektir.

Hepsi bu kadar değil. Şimdi gördük; çarpışmadan sonra molekülün sonlu bir miktarda sapması için çarpışmadan önce sonsuz küçük miktarda moleküle saptırmak yeter. O zaman molekül birbiri ardınca iki çarpışmaya mâruz kalırsa, birinci çarpışmadan sonra birinci mertebeden bir sonsuz küçük miktarı kadar, ikinci çarpışmadan sonra da sonlu bir miktarda sapması için molekülü birinci çarpışmadan önce ikinci mertebeden bir sonsuz küçük miktar kadar saptırmak yetecektir. Halbuki molekül iki çarpışmaya mâruz kalmıyacaktır. Saniyede pek büyük sayıda çarpışmalara mâruz kalacaktır. Öyle ki birinci çarpışma sapmayı n çarpışmadan sonra pek büyük A sayısı ile çoğaltırsa sapma A^n ile çarpılacaktır. O zaman da, A büyük olduğundan değil, yani küçük sebeplerin büyük sonuçlar doğurmasından değil, n üssünün büyük olması, yani çarpışmaların çok sayıda olması, sebeplerin de pek karışık olması yüzünden sapma büyük olacaktır.

İkinci bir misale geçelim. Bize niçin bir sağanakte yağmur damlaları, tesadüfe göre dağılmış gibi geliyor? Bu da yine onların teşekkülünü tâyin eden sebeplerin karışıklığı yüzündendir. İyonlar atmosfere yayılmışlardır; uzun zaman, mütemadiyen değişen hava akınlarına tâbi olmuşlardır; pek küçük boyutta kasırgalara sürüklenmişlerdir, öyle ki onların son dağılımının artık ilk dağılımıyla hiçbir münasebeti kalmamıştır. Birdenbire ısı düşer, buhar yoğunlaşır, bu iyonlardan her biri bir yağmur damlası merkezi ha-

line gelir. Bu damlaların dağılımının ne olacağını ve bunlardan her bir kaldırım taşına ne kadar düşeceğini bilmek için bu iyonların ilk durumunu bilmek yetmiyecek, çok küçük ve daima değişen hava akınlarının tesirini hesaba katmak gerekecektir.

Su içine toz tanecikleri bırakılırsa yine aynı şey olur. Kabin içinde bizim kanununu bilmediğimiz, yalnız kanununun çok karışık olduğunu bildiğimiz akıntılar dolaşır. Bir zaman sonra tanecikler tesadüfe göre, yani yeknasak olarak bu kab içinde dağılmış olacaktırlar. Bu da, muhakkak, bu akıntıların karışıklığından ileri gelmektedir. Onlar herhangi basit bir kanuna tâbi olsalardı, sözgelimi kab da devretseydi ve akıntılar da bu kabin dönme eksenini etrafında daireler çizerek dolaşsalardı, bu aynı olmayacaktı; çünkü her bir tanecik ilk yüksekliğini ve eksene olan ilk uzaklığını muhafaza edecekti.

İki sıvının veya ince tanecikleri olan iki toz karışığı göz önüne alınsaydı aynı sonuca varılacaktı. Daha kaba bir misal almak gerekirse, ovun kâğıtları karılınca da olan aynıdır. Her karma hareketinde kâğıtlar, (yerine kovma teorisinde incelenen yer değişimine benzeyen) bir yer değişimine mâruz kalırlar. Gerçekleşecek olan hangisidir? Olasılık. bunun filân bir değişimi (sözgelimi, yer değişiminden önce ω (n) sırasında bulunan kâğıdın n sırasına getiren) olması için bu olasılık, diyorum ki, oyuncunun alışkanlıklarına bağlıdır. Fakat bu oyuncu bir hayli uzun zaman kâğıtları kararsa, birbiri ardınca büyük sayıda yer değişimleri olacaktır; bundan çıkan son ter-tip ancak tesadüfi olarak idare edilecektir. Demek is-

tiyorum ki mümkün olan bütün tertipler de aynı suretle olası olabilecektir. Bu sonucun çıkması birbirini ardınca gelen çok sayıda yer değişimlerinden yani karma olgusunun karışıklığından ileri gelmektedir.

Yanlışlar teorisi üzerine bir kelime daha. İşte sebeplerin karışık olduğu ve çok olduğu yer burasıdır. Sözelimi, hattâ en yetkin aletle bile ne kadar tuzakla karşılaşmış ki; o en büyüklerini fark etmekle ve bunları önlemekle uğraşmak zorundadır. Sistematik yanılmalara sebeb olan işte bunlardır. Fakat muvaffak olacağını kabul ederek, o bunları ortadan kaldırdığı zaman çok küçük olanları, fakat sonuçları birike birike, tehlikeli olabilenleri kalır. İşte arızı yanılmalar buradan ileri gelmektedir; biz de sebepleri çok karışık, sayıları pek çok olduğundan ötürü bunları tesadüfe yüklüyoruz. Burada da elimizde küçük sebeplerden başka bir şey yoktur, fakat bunlardan her biri ancak küçük bir sonuç doğurabilir: işte bununla, bunların birleşmesiyle ve sayılarıyledir ki sonuçları korkunç olur.

V

İlk ikisinden daha az mühim ve üzerinde daha az ısrar edeceğim bir üçüncü bakım daha göz önüne alınabilir. Bir olguyu önceden görmeye çalışıldığı ve onun antesedanları incelendiği zaman önceki durum hakkında bilgi edinilmeye çalışılır; ama bu âlemin bütün bölümleri için yapılamıyacaktır, olgunun vâkı olması gerektiği noktanın yakınlarında olup biteni veya bu olgu ile herhangi bir münasebeti haiz gibi görünen şeyi bilmekle yetimsenir. Bir anket tam ola-

maz ve seçmesini bilmek gerekir. Fakat ilkin önceden görülmüş olguya tamamiyle yabancı gibi görünen, kendilerine hiçbir tesir isnadedilemiyen ve bununla beraber önceden görmeye karşı, mühim bir rol oynayacak olan hal ve şartları bir tarafa bırakmış olmamız mümkündür.

Bir adam, işine giderken sokaktan geçer; bu işlerden haberi olmayan biri bu adamın hangi sebeple filân saatte, niçin filân sokaktan geçtiğini söyleyebilecektir. Damda bir kiremit döşemecisi çalışıyor, onu çalıştıran mütaahhit herhangi bir ölçüde, onun yapacağı şeyi önceden görebilecektir. Fakat öteki adam kiremit döşemecisini, ne de kiremit döşemecisi o adamı hiç düşünmez: bunlar birbirine tamamiyle yabancı iki âleme ait gibi görünürler. Bununla beraber kiremit döşemecisi, adamı öldüren bir kiremit düşürür, bunun da bir tesadüf olduğunu söylemekte tereddüt edilmeyecektir.

Acziniz bütün âlemi büsbütün ihata etmemize e'vermez ve bizi onu parçalara ayırmaya zorlar. Bunu mümkün olduğu kadar suni olarak yapmaya çalışıyoruz. Bununla beraber zaman zaman bu parçalardan ikisinin birbiri üzerine tesir ettikleri de olur. Bu karşılıklı tesirin neticeleri o zaman tesadüften ileri gelmiş gibi görünür.

Bu, tesadüfü kavramanın üçüncü bir tarzı mı? her zaman değil; gerçekte, çoğu zaman birinciye ve va ikinciye irca edildi. Her defa birbirine umumi olarak yabancı olan iki âlem böylece birbiri üzerine tesir ettikçe, bu reaksiyonun kanunları ancak çok karışık olabilirler ve bir yandan da reaksiyonun olma-

ması için bu iki âlemin ilk şartlarında ufak bir değişme olması yetecekti. İnsanın oradan bir saniye daha geç veya kiremit döşemecisinin bir saniye daha önce kiremidi düşürmesi için ne kadar az şey kalmıştı!

VI

Bütün bu söylediklerimiz yine bize tesadüfün bir takım kanunlara niçin tâbi olduğunu açıklamaz. *Her bir halde sonuçlarının neler olduğunu değil de hiç olmazsa bu sonuçların ortalama ne olduklarını önceden görebilmemiz için sebeplerin küçük olmaları veya karışık olmaları yeter mi?* Bu soruya cevap vermek için en iyisi daha yukarda sözünü ettiğimiz misallerden birkaçını ele almaktır.

Rulet misaliyle başlayacağım. İbrenin duracağı noktanın kendisine yapılan ilk itmeye bağlı olacağını söyledim. Bu itmenin filân veya falan değeri haiz olması ihtimali nedir? Bilmem, ama bence bu ihtimalin sürekli bir analitik fonsiyonla gösterildiğini kaabl etmemek güçtür. İtmenin a ile $a + \epsilon$ arasında bulunması ihtimali, *çok küçük olmak şartıyla* onun $a + \epsilon$ ile $a + 2\epsilon$ arasında bulunması ihtimaline aşağı yukarı eşit olacaktır. Bu, bütün analitik fonsiyonlarda müşterek bir özelliktir. Fonsiyonun küçük değişimleri değişkenin küçük değişimleriyle orantılıdır.

Ama farz ettik ki, itmenin pek küçük bir değişimi, sonunda ibrenin, önünde varıp duracağı bölümün rengini değiştirmeye yetecektir. a dan $a + \epsilon$ 'a kadar kırmızı, $a + \epsilon$ dan $a + 2\epsilon$ kadar olan da

karadır; her kırmızı bölümün ihtimal derecesi demek, onu takip eden kara bölümün ihtimal derecesinin aynıdır; bunun sonucu olarak da, kırmızının topyekûn ihtimali, karanın topyekûn ihtimaline eşittir.

Meselenin verisi, belli bir ilk itmenin ihtimalini gösteren analitik fonksiyondur. Fakat teorem, bu veri ne olursa olsun, doğru kalır, çünkü bütün analitik fonksiyonlarda müşterek olan bir özelliğe tâbidir. Bundan, sonunda veriye artık hiçbir ihtiyacımız kalmadığı sonucu çıkar.

Rulet misali için söylediklerimiz küçük gezegenler misaline de uyar.

Zodiyak üzerinde, Yaratanın kendilerine ve herhangi bir kanuna göre değişen türlü türlü birtakım ilk itmeler yaptığı, pek büyük sayıda küçük yuvarlaklar attığı geniş bir rulet göziyle bakılabilir. Onların şimdiki dağılımı yeknesaktır ve bu kanuna bundan önceki aynı sebeple bağlı değildir. Böylece, sebeplerdeki küçük farklar, sonuçlardaki büyük farklara götürmek için kâfi geldikleri zaman olguların niçin tesdüf kanunlarına tâbi oldukları anlaşılır. Bu küçük farkların olasılıkları, o zaman farkların kendileriyle orantılı olarak göz önünde tutulabilirler; çünkü bu farklar küçüktür ve sürekli bir fonksiyonun küçük artma miktarları değişkenin artma miktarlarıyla orantılıdır.

Bilhassa sebeplerin karışıklığının işe karıştığı hüsübütün başka bir misale geçelim; bir oyuncunun kâğıtları kardığını fark ediyorum. Her karışta kâğıtların sırasını değiştirir ve bunları birçok tarzlarda değiştirebilir de. Açıklamayı basitleştirmek için üç

kâğıt farz edelim. Karmadan önce karşılıklı olarak 123 sırasını alan kâğıtlar, karmadan sonra:

123, 231, 312, 321, 132, 213.

sıralarını alabileceklerdir.

Bu hipotezlerden her biri mümkündür ve karşılıklı bir şekilde

$P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6$

olasılıklarını haiz olurlar.

Bu altı sayının toplamı 1'e eşittir; fakat bu hususta bütün bildiğimiz bundan ibarettir; bu altı olasılık tabii olarak tanımadığımız oyuncunun alışkanlıklarına bağlıdır.

İkinci karmada ve daha sonrakilerde bu, yenisinden ve aynı şartlar içinde başlayacaktır; n ci karmadan sonra ve $n+1$ inci karmadan önce 123 sırasını alan üç kâğıdın diyorum ki, $n+1$ inci karmadan sonra 321 sırasını alması için her zaman sözgelimi p_4 ün her zaman olasılığı göstermesini söylemek istiyorum. Mademki oyuncunun alışkanlıkları ve kâğıt karma tarzı aynı kaldığından, n sayısı ne olursa olsun, bu doğrudur.

Fakat karma sayısı çok olursa birinci karmadan önce 123 sarasını işgal eden kâğıtlar sonuncu karmadan sonra:

123, 231, 312, 321, 132, 213.

sıralarını alabileceklerdir. Ve bu altı hipotezin olasılığı aşağı yukarı aynı ve $1/6$ ya eşit olacaktır; bu da bizim bilmediğimiz $p_1, \dots, p_6$ sayıları ne alursa

olsun, doğru olacaktır. Büyük sayıdaki karmalar, yani sebeplerin karşıklığı yeknesaklığı doğurdu.

Bu, üç kâğıttan fazla kâğıt olsaydı değişmeksinin tatbik olunacaktı, fakat üç kâğıtla bile ispat karışık olacaktı; bu yalnız iki kâğıt için ispatı yapmakla yetimsiyeceğim. Bizim:

$$p_1 \text{ ve } p_2 = 1 - p_1.$$

olasılıklarıyla

$$12, 21$$

olarak iki hipotezden başka hipotezimiz yoktur, n kadar karma farz edelim ve kâğıtlar sonunda ilk tertipte olurlarsa bir frank kazandığımı ve sonunda yer değişmişlerse bir frank kaybettiğimi farz edelim. O zaman benim matematik ümidim:

$$(p_1 - p_2)^n$$

olacaktır.

$p_1 - p_2$ farkı şüphesiz 1 den büyüktür; öyle ki n çok büyükse ümidim sıfır olacaktır; oyunun dürüst olduğunu bilmek için p_1 ve p_2 yi bilmemize ihtiyaç yoktur.

Bununla beraber, p_1 ve p_2 sayılarından biri 1 e eşit, öbürü sıfır olursa bir istisna ile karşılaşılabilecektir. İlk hipotezlerimiz çok basit olduklarından ötürü artık bu sökmeyecektir.

Şimdi gördüğümüz yalnız kâğıt halitasına değil, bütün halitalara, toz ve sıvı halitalarına da; hatâ gazların kinetik teorisindeki gaz moleküllerinin halitalarına da uyar. Bu teoriye dönmek, bir an, molekülleri karşılıklı bir şekilde birbirine çarpamı-

yan, ama gazın içinde bulunduğu kabın kenarlarına yaptığı çarpmalarla sapabilen bir gaz farz edelim. Kabin şekli yetecek kadar karışık ise moleküllerin ve hızların dağılımı yeknesak olmakla gecikmeyecektir. Kap, küre olursa veya dik dörtgenler prizması şeklinde olursa artık aynı olmayacaktır; niçin? Çünkü birinci halde merkezin herhangi bir yörüngeye olan uzaklığı sabit kalacaktır; ikinci halde bu, dörtgenler prizmasının yüzleriyle her bir yörünge açısının mutlak değeri olacaktır.

Böylece *çok basit* şartlardan ne anlamak gerektiği görülüyor; bunlar bir şey muhafaza eden, bir değişmiyenin (invariant) kalmasını sağlayan şartlardır. Meselenin diferansiyel denklemleri, tesadüf kanunlarını tatbik edebilmemiz için çok basit midir? Bu soru, ilk bakışta, vâzıh bir mânadan mahrum görünüyor. Şimdi bunun ne demek istediğini biliyoruz. Bir şey muhafaza ederlerse, üniform bir entegral kabul ederlerse bunlar çok basittirler; ilk şartlardan bir şey değişmemiş kalırsa artık son durumun ilk durumdan müstakil olamayacağı açıktır.

Nihayet, yanılmalar teorisine geliyoruz. İlinti olan yanılmalar neden ileri gelmişlerdir? Bunu bilmiyoruz; çünkü bunu bilmediğimizden ötürü onların Gauss kanununa tâbi olacaklarını biliyoruz, İşte paradoks budur. Bu, bundan önceki hallerdekinin aynı olarak açıklanır. Biz ancak bir şey bilmek ihtiyacındayız; o da: yanılmaların çok olduğu, küçük olduğu, bunlardan her birinin pozitif olduğu kadar negatif olabildiğidir. Bunlardan her birinin olasılık eğrisi nedir? Bu hususta hiçbir şey bilmiyoruz. Yalnız bu eğ-

rinin simetrik olduğunu farz ediyoruz. O zaman çıkan yanlıştın Gauss kanununa tâbi olacağı ispat olunur ve bu çıkan kanun bilmediğimiz hususi kanunlardan müstakildir. Burada da sonucun basitliği verilerin karışıklığından doğmuştur.

VII

Fakat biz paradoksları bitirmedik. Demin Flammarion'un bir yapıntısını, ışıktan daha hızlı giden ve kendine göre zamanın işareti değişen adamın yapıntısını ele almıştım. Önce bütün olguların tesadüften ileri gelir gibi göründüklerini söyledim. Bu, bir bakıma doğrudur, bununla beraber belli bir anda bütün olgular tesadüf kanunlarına uygun olarak dağılmış olmayacaklar, çünkü onların ahenkli bir şekilde ve ilk kaostan çıkmaksızın cereyan ettiğini görerek, kendilerini tesadüf ile düzenlenmiş saymayan bizler için olduğu gibi, bu olgular dağılmış olacaklardır.

Bu ne demektir? Flammarion'un adamı Lumen için, küçük sebeplerden büyük sonuçlar çıkar gibi görünür; küçük sebeplerden ileri gelen büyük sonuçları gördüğümüzü sandığımız zaman niçin bu şeyler bizim için olduğu gibi cereyan etmiyecektir? Aynı muhakeme onun haline tatbik edilemez mi? Bu muhakeme üzerine dönelim: sebeplerdeki küçük farklar, sonuçlardaki büyük farkları doğurduğu zaman bu sonuçlar neden tesadüfün kanunlarına göre dağılmışlardır? Sebep üzerinde bir milimetrelilik fark sonuçta bir kilometrelilik bir fark doğurduğunu farz ediyorum. Sonuç bir çift numaralı kilometreye teka

bül ettiği bir hal içinde kazanmak zorunda isem, ka-
zanma ihtimalim $1/2$ olacak; niçin? Çünkü bunun
için, sebebin bir çift numaralık milimetreye tekabül
etmesi gerekir. Öyle ise bütün görünüşe göre, sebe-
bin bazı limitler arasında değişmesi için olasılık,
uzaklık pek küçük olmak şartıyla, bu limitlerin uzak-
lıklarıyla orantılı olacaktır. Bu hipotez kabul edilme-
seydi olasılığın artık sürekli bir fonksiyonla gösteril-
mesi imkânı olmayacaktır.

Büyük sebepler küçük sonuçlar doğuracakları
zaman, ne olacak? İşte bizim olguyu tesadüfe yük-
lemediğimiz; bunun aksine olarak, Lumen'in tesadü-
fe yüklediği hal budur. Sebepteki bir kilometrelık
farka sonuçtaki bir milimetrelık fark tekabül eder,
 n kilometrelık uzaklıkta iki limit arasında olması için
olasılık yine n ile orantılı mı olacaktır? Bunu farz
etmeye hiçbir hakkımız yoktur, çünkü bu n kilomet-
relık uzaklık büyüktür. Fakat n milimetrelık uzaklık-
ta iki limit arasında kalması için olasılık muhakkak
aynı olacak, n ile de orantılı olmayacak, bu n mili-
metrelık uzaklık küçük olsa da yine olmayacaktır. O
halde sonuçların olasılık kanununu sürekli bir eğriyle
göstermenin yolu yoktur; iyice anlıyalım; bu eğri,
kelimenin *analitik* mânasında sürekli kalabilecektir;
apsisin *sonsuz küçük* değişimlerine ordinatın sonsuz
küçük değişimleri tekabül edecektir. Fakat *pratik ola-
rak eğri*, sürekli olmayacaktır, çünkü apsisin çok kü-
çük değişimlerine ordinatın çok küçük değişimleri
tekabül etmeyecektir. Âdi bir kalemle eğriyi çizmek
imkânsız olacaktır: İşte söylemek istediğim şey budur.

Bundan çıkarmak zorunda olduğumuz sonuç nedir? Lumen'in sebebin olasılığının (bizim için sonuç olan onun sebebinin olasılığı) sürekli bir fonksiyonla gerekli bir şekilde gösterilmesi lâzım geldiğini söylemeye hakkı yoktur. Fakat biz niçin bu hakka sahibiz? Bunun sebebi bizim demin ilk diye adlandırdığımız bu duraksız denge halinin kendisi de geçmiş uzun bir tarihin varıp dayandığı noktadan başka bir şey değildir.

Bu tarih boyunca, karışık sebepler tesir ettiler ve uzun zaman tesir ettiler; Bu sebepler unsurların karıştırılması işine yardım ettiler ve her şeyi hiç değilse küçük bir mekânda yeknesaklaştırmaya çalıştılar; açıları yuvarlaklaştırdılar, dağları düzlediler, dereleri doldurdular: onlara bırakılan ilk eğri ne kadar gelişigüzel ve düzensiz olabilirse olsun, bu sebepler eğriyi düzgünleştirmeye o kadar çalıştılar ki, sonunda bize bir sürekli eğri olarak vereceklerdir. İşte bunun için, bütün güvenle sürekliliğini kabul edebiliyoruz.

Lumen böyle bir sonuç çıkarmakta aynı haklara sahip olmayacaktır; önce karışık sebepler kendine düzgünlük ve düzleştirme âmili görünmiyeceklerdir; aksine olarak, bunlar farklaşmayı ve eşitsizliği yarataracklardır. O, ilk kaostan gittikçe değişen bir âlemin çıktığını görecektir; müşahade edeceği değişimler, ona göre beklenilmedik değişimler olacak ve önceden görülmesi imkânsız bulunacaklardır; bu değişimler ona bilmem hangi gelişigüzel istekten ileri gelmekte görünüyorlar; ama bu istek bizim tesadüfümüzden bambaşka bir şey olacaktır; çünkü, bizim te-

sadüfümüzün kendine mahsus kanunları olduğu halde o her kanuna karşı gelecektir. Bütün bu noktalar âlemin belki tersinemezlik (l'irréversibilité) ini daha iyi anlatmasına yardım edecek uzun açıklamalar gerektirecektir.

VIII

Biz tesadüfü tarife çalıştık, şimdi de bir soru sorulması uygun olur. Tarif olunabileceği ölçüde böyle tarif edilen tesadüfün objektif bir karakteri var mı?

Bu düşünülebilir. Çok küçük veya çok karışık sebeplerin sözünü ettim. Fakat biri için çok küçük olan, öbürü için büyük olmayabilir ve birine çok karışık gibi gelen öbürüne valin görünemez mi? Buna kısmen cevap verdim, çünkü daha yukarda daha açık bir tarzda, tesadüf kanunlarının tatbik edilebilir kalmaları için hangi halde diferansiyel denklemlerin çok basitleştiklerini söyledim. Fakat meseleyi daha yakından incelemek yugun olur, çünkü daha başka bakımlardan incelenebilir.

"Çok küçük", kelimesinin mânası nedir? Bunu anlamak için daha yukarıda söylediğimize başvurmak yeter. Bir aralık limitleri içinde, olasılık hissölunacak şekilde sabit kaldığı zaman bu fark çok küçüktür, bu aralık çok küçüktür, bu olasılık niçin bir küçük aralık içinde sabit sayılabilecektir? Bunun sebebi, olasılık kanununun bir sürekli eğriyle gösterilmesidir; daha yukarda açıkladığım gibi, bu eğri sade kelimenin analitik mânasında sürekli değil, *pratik olarak* da süreklidir. Bu demektir ki, o sade mutlak bir aralık

göstermiyecek, aynı zamanda onun çok sivri veya çok bariir çıkıntılar ve girintileri de olmiyacaktir.

Bize bu hipotezi yapma hakkini veren nedir? Bunu daha yukarda söyledik. Bunun sebebi dünya yaratilalidan beri, aynı yonde tesir yakmaktan kalmiyan ve âlemi mütemadi bir şekilde hiçbir zaman geriye dönebilmeksizin yeknesaklığa doğru götüren karışık sebepler vardır. Bu sebepledir ki yavaş yavaş çıkıntıları kaldırdılar ve girintileri doldurdular ve bunun için bizim olasılık eğrilerimiz artık hafif dalgalanmalardan başka bir şey göstermezler. Milyarlarca milyar yüzyıllarda, yeknesaklığa doğru bir adım daha atılacak ve bu dalgalanmalar on defa daha az hafif olacaktırlar. Eğrimizin ortalama eğrilik yarıçapı on defa daha büyük olacaktır. O zaman da, eğrimiz üzerinde bu uzunluğun bir yanına bir doğru çizgi gibi bakılamıyacağından bugün bize çok küçük gibi görünmiyen böyle bir uzunluk, aksine olarak, bu devirde çok küçük olarak vasıflandırılabilir; çünkü eğrilik on defa daha küçük olacak ve bu uzunluğun bir yanına hissolunabilecek şekilde bir doğru gözü ile bakılabilir.

Böylece bu çok küçük kelimesi izafı kalıyor; ama filân veya falan adama göre değıldir, âlemin şimdiki haline görelidir. Âlemin daha yeknesaklaşacak olduğu, bütün nesnelerin daha birbirlerine karıştıkları zaman onun mânası değışecektir. Fakat şühesiz insanlar artık yaşıyamıyacaklar ve başka başka varlıklara yerlerini bırakmak zorunda kalacaklardır; bu varlıklar için daha çok küçük veya daha çok bü-

rük mü demeliyim? Öyle ki bizim ölçümüz bütün insanlar için doğru kalarak, objektif bir mânâyı muhafaza etsin.

Öbür yandan da, çok karışık kelimesinin mânası nedir? Daha önce bunun bir çözümünü verdim. Bu paragrafın başında hatırlattığım budur, fakat daha başkaları da var. Karışık sebepler, dediğimiz gibi, gittikçe sıkı bir karışma husule getirirler; fakat ne zamana kadar bu halita bizi tatmin edecektir? Ne zaman yetecek kadar karışıklıklar biriktirilmiş olacaktır? Ne zaman kâğıtlar yetecek kadar karılmış olacaklardır? Biri mavi, öbürü ak iki tozu karıştırırsak bir an gelir ki bu halitanın rengi bize yeknesak görünür; bunun sebebi duyularımızın yeknesaklığıdır; yakından gören için yeknesak olmadığı zaman bu halitaya uzaktan bakmak zorunda kalan uzaktan gören için yeknesak olacaktır. Bu halita bütün bakışlar için yeknesak olacağı zaman aletler kullanmak suretiyle sınır daha gerilere atılabilecektir. Hiçbir insanın, kinetik teori doğru ise bir gazın yeknesak görünüşü altında gizlenen sonsuz bir tenevüü hiçbir zaman ayırtedememesi ihtimali yoktur. Bununla beraber Brown hareketi hakkında Gouy'un fikirleri benimsenilirse mikroskop bize buna benzer bir şey göstermek üzere gibi görünmez mi?

O halde bu yeni ölçü (criterium) birincisi gibi görelidir ve objektif bir karakter muhafaza ederse bunun sebebi bütün insanların aşağı yukarı duyulara sahibolmaları, aletlerinin gücünün sınırlı olması ve esasen bunları istisnai olarak kullanmalarıdır.

IX

Mânevi bilimlerde ve hususiyle tarihte de bu böyledir. Tarihçi incelediği devrin olguları arasında bir seçme yapmak zorundadır; ancak kendince en mühim görünenlerini anlatır. Sözelimi, XVI. yüzyılın en mühim olgularının ve bunun gibi XVII. yüzyılın en göze çarpan olgularının sözünü etmekle yetimsedi. İkincileri açıklamak için birinciler yeterse berikilerin tarih kanunlarına uygun olduğu söylenir. Fakat XVII. yüzyılın büyük bir olgusunun sebep olarak, tarihin sözünü etmediği, herkesin mühimsemediği XVI. yüzyılın küçük bir olgusu gösterilirse o zaman bu olgunun tesadüften ileri geldiği söylenir: o halde bu kelimenin mânası, fizik bilimlerindeki mânanın aynıdır; küçük sebeplerin büyük sonuçlar doğurduğu mânasına gelir.

En büyük tesadüf büyük bir adamın doğmasıdır. Her biri bir taraftan karşılıklı reaksiyonlarının dehayı yaratmak zorunda olduğu esrarlı unsurları muhakkak olarak ihtiva eden ayrı cinsten, iki genetal hücrenin birbiriyle raslaşması tesadüften başka bir şey değildir. Bu unsurların nadir olmak zorunda bulundukları ve raslaşmalarının da daha nadir olduğu üzerinde uzlaşmış olacaktır. Bunları taşıyan spermazoid'in yolunu değiştirmek için az bir şeye ihtiyaç vardı; onu bir milimetrenin onda biri kadar bir sapıtma yetecekti ve Napoléon doğmuyor ve bir kıtanın mukadderatı değişmiş oluvordu. Hiçbir misal tesadüfün gerçek karakterlerini bundan daha iyi anlatamaz.

İhtimaller hesabının mânevi bilimlere tatbikinin doğurduğu paradokslar üzerine bir kelime daha. Hiçbir mecliste hiçbir zaman hiçbir muhalefet mebusu bulunmayacağı, veya hiç değilse, böyle bir olgunun aksi hakkında korkmadan bahse girişilebilecek ve bir meteliğe karşı bir milyon bahse girişilebilecek kadar ihtimal dışı olduğu ispat olundu. Condorcet bir adli hatanın ameli olarak imkânsız olması için ne kadar hâkim lâzım geldiğini hesabetmeye çalıştı. Bu hesabın sonuçlarından faydalanılsaydı muhakkak hesaba dayanılarak bahse girişmekle, muhalefetin hiçbir zaman hiçbir temsilcisi olmadığı zamanda uğranılan aynı hayal kırıklıklarına mâruz kalınacaktı.

Tesadüf kanunları bu meselelere tatbik edilemezler. Adalet her zaman haklı sebeplerle karar vermezse Bridoye metodunu sanıldığından daha az kullanır; bu belki kötüdür, çünkü o zaman Condorcet' nin sistemi bizi adli hatalardan koruyacaktı.

Söylenecek nedir? Sebepleri karanlık olduğundan ötürü bu tabiatla olan olguları biz tesadüfe vermeye kalktık; ama bu, gerçek tesadüf değildir. Biz doğrusu, sebepleri bilmiyoruz, hattâ onlar karışıktır; fakat bir şey muhafaza ettiklerinden ötürü yeter derecede degillerdir; bunun, "çok basit" sebepleri ayırdeden şey olduğunu gördük.

İnsanlar yaklaştıkları zaman artık tesadüfle ve birbirlerinden müstakil olarak karar vermezler; birbirleri üzerine tesir ederler. Bir sürü sebepler işe karışır, insanları şaşırtırlar ve onları sağa sola sürüklerler, ama bu sebeplerin yok edemedikleri bir şey

var, o da onların Panurge'un koyunlarına mahsus alışkanlıklarıdır. İşte kalan da budur.

X

İhtimaller hesabının gerçek bilimlere tatbiki birçok zorluklar da çıkarır. Niçin bir logaritma cetvelinin ondalıkları, niçin π sayısının ondalıkları tesadüf kanunlarına uygun olarak dağılmışlardır? Logaritmalara ait meseleyi başka bir yerde inceledim, orada bu kolay olmuştur; tutamak üzerinde küçük bir farkın logaritma üzerinde küçük bir fark, fakat logaritmanın altıncı ondalık basamağı üzerinde büyük bir fark verecektir. Biz her zaman aynı ölçü ile karışılıyoruz.

Fakat π sayısı için, bu daha çok zorluk gösterir ve şimdilik bu hususta söylenecek münasip bir şey yoktur.

Daha hususi bir şekilde çözümünü üzerime aldığım meseleyi çözmeden bunları incelemek isteseydim, ortaya atılacak başka birçok meseleler de olacaktı. Basit bir sonucu tesbit ettiğimiz, sözgelimi, yuvarlak bir sayı bulduğumuz zaman, böyle bir sonucun tesadüften ileri gelemeyeceğini söyleriz ve bunu açıklamak için tesadüfi olmayan bir sebep ararız. Gerçekte, 10.000 sayısı arasında, tesadüfün bir yuvarlak sayı, sözgelimi, 10.000 sayısını vermesi pek zayıf bir ihtimaldir; ancak 10.000 üzerinde bir ihtimal vardır. Fakat başka herhangi bir sayı vermesi için de 10.000 üzerinde yine ancak bir ihtimal vardır; bununla beraber bu sonuç bizi hayrete düşürmi-

yezektir ve bunu tesadüfe yüklemekten bizi çekindirmeyecektir; bu da sadece onun daha az göze çarpıcı olacağından ötürüdür.

Burada bizim için bir basit kuruntu var mı? Yoksa bu görüş tarzının meşru olduğu haller var mı? Bunu ummalı; çünkü bunsuz her bilim imkânsız olacaktır. Bir hipotezi kontrol etmek istediğimiz zaman ne yapıyoruz? Sonsuz sayıda olduklarından onun bütün sonuçlarını gerçekliyeemeyiz. Ancak bunlardan birkaçını gerçeklemekle yetimseriz ve başarısak hipotezi teyidedilmiştir, diye ilân ederiz, çünkü bunca başarı tesadüften ileri gelemaz. Bu ise aslında daima aynı muhakemedir.

Burada bunu tamamiyle doğru gösteremem. Bu çok zamanımı alacaktır; ama hiç olmazsa şunu söyleyebilirim: bir iki hipotezle ya bir basit sebep. veya bizim tesadüf adını verdiğimiz bu karışık sebepler bütününü ile karşı karşıyayız. Birincinin basit bir sonuç hâsil etmesi gerektiğini kabul etmemizi tabii buluyoruz ve o zaman bu basit sonucu, sözgelimi, yuvarlak sayıyı tesbit edersek 10.000 de bir defa verebilen tesadüften daha çok, bunu hemen hemen muhakkak surette bize vermek zorunda olan basit sebebe yüklememiz bizce hakikate daha yakın görünüyor. Basit olmıyan bir sonuç tesbit edersek bu artık böyle olmıyacaktı; tesadüf, doğrusu, 10.000 de bir defadan fazla da bu sonucu vermiyecektir, fakat basit sebebin bunu husule getirmesi ihtimali yoktur.

İKİNCİ KİTAP

MATEMATİK İSTİDLÂL

BÖLÜM I

MEKÂNIN İZAFİLİĞİ

I

Mekânı boş olarak tasarlamak imkânsızdır, maddi nesnelerin değişen hayallerinin kendi dışında bırakıldığı sırf mekânı tasarlamak için bütün gayretlerimiz ancak bir tasarıma varıp dayanabilir ki bu tasarım da, sözgelimi, daha renkli yüzeylerin yerine daha açık renkli çizgiler konulmuştur ve hepsi yok olmadan ve hiç olmadan bu yolda sonuna kadar gidilemeyecektir. Mekânın irca olunamıyan izafiliği buradan ileri gelmektedir.

Mutlak mekânın sözünü eden bir kimse mânası olmıyan bir kelime kullanır. Bu, meseleyi düşünen herkesçe uzun zamandan beri ilân edilen, fakat çok defa unutulmaya meylolunan bir hakıktır.

Ben Parisin belli bir noktasında, sözgelimi, Pantheon meydanındayım; ve *buraya* yarın döneceğim, diyorum. Bana: mekânın aynı noktasına döneceğinizi mi söylüyorsunuz, diye sorulursa buna: evet, diye cevap vermeye kalkacağım; bununla beraber bunda haklı olmıyacağım, çünkü şu andan yarıya kadar,

iki milyon kilometreden daha fazla dolaşacak olan yer yuvarlağı kendisiyle beraber Panthéon meydanını da sürükliyerek hareket edecektir. Burada sözümü daha açıklamak isteseydim, hiçbir şey elde etmiş olmayacaktım; çünkü bu iki milyon kilometreyi küremiz güneşe göre yaptığı hareketi içinde dolaşmıştır, güneş de Samanyolu'na göre yer değiştirir ve Samanyolu'nun kendi de şüphesiz, biz kendi hızını bilmeksizin, hareket halindedir. Öyle ki Panthéon meydanının bir günde ne kadar yer değiştirdiğini tamamiyle bilmiyoruz ve hiçbir zaman da bilmeyeceğiz. Sözün kısası, yarın Panthéon'un kubbesini ve cephesini tekrar göreceğim, demek istedim, Panthéon olmasaydı, cümlemin hiçbir mânası olmayacak ve mekân da ortadan kalkacaktı.

Bu, mekânın izafilik prensibinin en bayağı şekillerinden biridir; fakat bir başkası daha var ki bunun üzerinde Delbeuf bilhassa ısrarla durdu. Bir gecede, âlemin bütün boyutlarının bin defa daha büyük olduklarını farz edelim: geometrinin üçüncü kitabının *benzerlik* kelimesine verdiği mânayı vererek, âlem kendi kendinin *benzeri* kalacaktır. Yalnız bir metre nuzunluğu olan bundan böyle bir kilometreyi gösterecektir. Bir milimetre uzunluğunda, olan bir metre uzun olacaktır. Yattığım yatak, vücudumun kendisi de aynı nispette büyümüş olacaktırlar. Ertesi sabah uyandığım zaman, bunca hayret verici bir değişim sırasında duyğum ne olacaktır? Söyliyeyim, hiçbir şeyin farkında olmayacağım. En doğru ölçüler en büyük altüst olma hakkında bana hiçbir şey bilemeyeceklerdir. Çünkü kullanacağım metreler mu-

hakkak ölçmeye çalıştığım nesnelerle aynı nispette değişmiş olacaklardır. Gerçekte, bu altüst olma ancak mekânı mutlak olarak düşünenler için mevcuttur. Bir an onlar gibi düşünsem bu, onların görme tarzlarının çelişikliği tazammun ettiğini daha iyi göstermek içindir. Gerçekte, mekân görelî olduğundan, hiçbir şeyin olmadığını ve bunun için de hiçbir şeyin farkına varmadığımızı söylemek daha iyi olacaktır.

Sonuç olarak, iki nokta arasındaki uzaklığın bilindiğini söylemeye hakkımız var mı? Hayır; çünkü bu uzaklık, biz farkına varmaksızın büyük değişmelere mâruz kalabilir, şu şartla ki öbür uzaklıklar da aynı nispette değişmiş olsunlar. Demincek: Yarın burada olacağım, dediğim zaman gördük ki bu yarın, bugün bulunduğum mekânın aynı noktasında olacağım, demek olmayıp: yarın da Panthéon'dan bugünkü aynı uzaklıkta olacağım, demekti. İşte bu beyanın artık yetmediğinin ve: Yarın ve bugün Panthéon'dan uzaklığım aynı defa sayıda vücudumun uzunluğuna eşit olacağını söylemek zorunda olduğumun sebebi.

Fakat dahası var, âlemin boyutlarının değiştiğini, ama hiç değilse bu âlemin kendine benzer kaldığını farz ettim. Daha ileri gidilebilir ve modern fizikçilerin hayret verici teorilerinden biri bu hususta bize bir vesile sağlar. Lorentz ve Fitzgerald'a göre ver yuvarlağının hareketiyle beraber sürüklenen bütün cisimler bir şekil değişimine mâruz kalır. Bu şekil değişimi, gerçekte pek azdır, çünkü yeryuvarlağının hareketine paralel olan bütün boyutlar yüz milyon kadar azalacaklar. Halbuki bu hareketle dik bo-

yutlar bozulmıyacaklardır. Fakat bunun az olması ehemmiyetli değildir; demin çıkardığım netice için bu değişmenin bulunması yeter. Esasen, onun az olduğunu söyledim, ama gerçekte, bu hususta hiçbir şey bilmiyorum; kendim de, bizi mutlak bir mekânı düşündüğümüze inandıran, yakamızı bırakmıyan bir kuruntunun kurbanı oldum; güneşin etrafında yeryuvarlağının eliptik yörüngesi üzerinde hareketini düşündüm ve hızı için otuz kilometre kabul ettim. Ama onun gerçek hızını (bu defa, onun hiçbir mânası olmıyan mutlak hızını değil, esire göre olan hızını kastediyorum) bilmiyorum, hiçbir bilme vasıtasına da malik değilim: belki 10, 100 defa daha büyüktür, o zaman da şekil değişimi 100, 10.000 defa daha kuvvetli olacaktır.

Bu şekil değişimini açığa koyabilir miyiz? Elbette, hayır; işte bir kenarı bir metre olan bir küp; yeryuvarlağının yer değiştirmesinden dolayı, şeklini değiştirir, harekete paralel olan yan kenarlarından biri daha küçük olur, öbürleri değişmezler. Bunun böyle olduğunu bir metre yardımıyla anlamak istersem ilkin harekete dik olan yan kenarlarından birini ölçeceğim, metremin bu yan kenara tamamiyle tatbik edildiğini göreceğim ve gerçekte bu iki uzunluktan hiçbirini bozulmamıştır, çünkü her ikisi de harekete diktirler. Sonra, harekete paralel olan öbür yan kenarı ölçmek istiyorum; bunun için de metremin yerini değiştiriyor ve onu yan kenarın üzerine tatbik edecek şekilde döndürüyorum. Fakat metre yönünü değiştirdiğinden ve harekete paralel olduğundan o da bir şekil değişimine mâruz kaldı, öyle ki yan ke-

nar artık bir metre uzunluğunda olmasa da, ona tamamiyle tatbik olunacaktır ve hiçbir şeyin farkına varmış olmayacağı. O zaman Lorentz ve Fitzgerald hipotezi, hiçbir denemeyi gerçeklemeye elvermezse, faydasının ne olduğu benden sorulacaktır. Bunun sebebi, açıklamanın eksik olmasıdır; ben ancak, bir metre ile yapılabilen ölçmelerden bahsettim; fakat ışığın hızının sabit kaldığı ve doğrultusundan müstakil olduğu kabul olunmak şartıyla, ışığın geçmek için sarf ettiği zamanla da bir uzunluk ölçülebilir. Lorentz ışığın hızının, harekete dik olan doğrultusundakinden, yeryuvarlığının hareketinin doğrultusundan daha büyük olduğunu farz ederek olguların farkına varabilecekti. O, hızın bu türlü türlü doğrultularda aynı olduğunu, fakat cisimlerin bazılarında öbürlerinden daha küçük olduğunu kabul etmeyi tercih etti. Işğın dalga yüzeyleri maddi cisimlerin mâruz kaldıkları aynı şekil değişimine mâruz kalsalardı Lorentz-Fitzgerald'ın şekil değişiminin farkına varınıyacaktık.

Her iki halde de, mutlak miktarın sözü edilemeyip herhangi bir alet vasıtasıyla bu miktarın ölçülmesinin sözü edilebilir; bu alet bir metre, veya ışğın geçtiğı bir mesafe olabilir; yalnız bizim ölçtüğümüz şey miktarın alete olan oranıdır; bu oran bozulmuşsa, elimizde değişenin miktar mı, yoksa alet mi olduğunu bilmenin hiçbir yolu yoktur.

Fakat göstermek istediğim şey, bu şekil değişiminde, âlemin kendine benzer kalmadığıdır; kareler dik dörtgen veya paralel kenarlar; daireler, elips; küreler de elipsoit oldular. Bununla beraber yine bu

şekil değişiminin gerçek olup olmadığını bilmek üzere elimizde hiçbir vasıta yoktur.

Daha ileri gidilebileceği apaçıktır: Kanunları bilhassa yalın olan Loretz-Fitzgerald şekil değişimi yerine herhangi bir şekil değişimi tasarlanabilir. Cisimler istediğimiz kadar karışık, herhangi birtakım kanunlara göre şekillerini değiştirebilirler, istinasız bütün cisimlerin, aynı kanunlara göre şekillerini değiştirmeleri şartıyla bunun farkına varamıyacağız. İstinasız bütün cisimler derken, elbette, bedenimizin kendini ve türlü nesnelerden çıkan ışık ışınlarını da kastediyorum.

Garip bir tarzda nesnelerin şekillerini değiştiren karışık şekildeki şu aynalardan birisinde âlemi görürsek bu âlemin türlü bölümlerinin karşılıklı oranları bundan dolayı bozulmuş olmayacaklardır; gerçekte, iki gerçek nesne birbirlerine dokunurlarsa hayalleri de birbirine değer gibi görünürler. Doğrusu söylenecek olursa, böyle bir aynaya baktığımız zaman, şekil değişiminin pekâlâ farkına varınız; fakat bunun sebebi, şeklini değiştirmiş hayalinin yanıbaşında, gerçek âlemin varlığının devam etmesidir; bu gerçek âlem bize gizli olduğu zaman bile bizden gizlenemiycek bir şey daha var, o da kendimiziz; şekilleri değişmemiş olan ve bize ölçü aletleri işini görmekte devam eden bedenimizi ve uzuvlarımızı görmekten, veya hiç değilse hissetmekten kalamıyoruz. Fakat bedenimizin kendisinin de şeklini değiştirdiğini ve tıpkı aynada görüldüğü gibi düşünürsek, bu ölçü aletlerinden mahrum olacağız ve şekil değişimi de artık ispat edilmiş olmayacaktır.

İşte tıpkı birbirinin hayali olan iki âlem. A âleminin her bir P nesnesine B âleminde onun hayali olan bir P' nesnesi tekabül eder; bu P' hayalinin koordinatları P nesnesinin koordinatlarının belli fonksiyonlarıdır; bu fonksiyonlar esasen tamamıyla başka fonksiyonlar olabilirler; yalnız bu fonksiyonların son bir defa seçildiklerini farz ediyorum. P nin durumu ile P' nün durumu arasında sabit bir münasebet vardır. Bu münasebet nedir, bunun ehemmiyeti yok; onun sabit olması yeter.

Peki, bu iki âlem birbirinden ayırdolunamaz olacaklardır. Demek istiyorum ki, birinci âlem, kendi oturanları için ne ise ikinci âlem de kendi oturanları için odur. İki âlem birbirine yabancı olduğu müddetçe de böyle olacaktır. A âleminde oturduğumuzu farz edelim. Bilimimizi ve hususivle geometrimizi yapmış olacağız; bu zaman esnasında B âleminde oturanlar da bir bilim yapacaklardır, âlemleri bizimkinin hayali olduğundan geometrileri de bizim geometrimizin hayali olacak; veya daha doğrusu, aynı olacaktır. Fakat günün birinde, bizim için B âlemine bir pencere açılırsa, onlara acıyacağız: "Zavallılar, bir geometri yaptıklarını sanıyorlar, fakat onların böyle adlandırdıkları şey bizimkinin kaba bir hayalinden başka bir şey de değildir; doğruları eğri büğrü, daireleri kambur, küreleri de mütemadiyen değişen eşitsizliklerdir" diyeceğiz. Onların da bizim geometrimiz için aynı şeyleri söyleyeceklerinden şüphe etmiyoruz, kimin haklı olduğu da asla bilinmiyecektir.

Mekânın göreliliğinin hangi kesin mânada alınması gerektiği görülüyor; gerçekte, mekân şekilsizdir,

ancak onun içindeki nesneler ona bir şekil verirler. O zaman doğruya veya uzaklığa dair elde edeceğimiz bu doğrudan doğruya sezgi hakkında ne düşünmelidir? Kendinden uzaklık hakkında o kadar az sezgimiz vardır ki bir gecede, dediğimiz gibi, bütün öbür uzaklıklar aynı değişmeye mâruz kalmış olsalardı, bir uzaklık biz farkına varmadan bin defa daha büyük olabilecekti. Hattâ bir gecede B âlemi, bizi bilmek için hiçbir vasıtaya malik olmadan, A âleminin yerine geçebilecekti, o zaman da dünün doğru çizgileri doğru olınsak çıkacaklar ve biz de hiçbir şeyi fark edemiyecaktık.

Mekânın bir bölümü kendiliğinden ve kelimenin mutlak mânasında mekânın başka bir bölümüne eşit değildir. Çünkü bizim için o eşit olsaydı B âleminde oturanlar için de eşit olmayacaktı; bunlar muhakkak bizim onların sanılarını suçlandırdığımız kadar onlar da bizim sanılarımızı reddetmek haklarına sahiptirler.

Eukleides'çi olmıyan geometri ve buna benzer başka geometriler hakkında edinmemiz gereken fikir bakımından bu olguların sonuçlarının neler olduğunu başka yerde gösterdim; buraya tekrar dönmek istemiyorum; bugün de bir parça farklı bir bakımı ele alacağım.

II

Bu uzaklık, doğrultu ve doğru çizgi sezgisi, bir kelime ile mekânın bu doğrudan doğruya sezgisi mevcut değilse, ona malik olduğumuzu sanmamız nereden geliyor? Bu bir kuruntudan başka bir şey

değilse bu kuruntunun bunca direnmesi nereden geliyor? İncelenmesi gereken de budur. Miktarın doğrudan doğruya sezgisi yoktur ve biz ancak bu miktarın ölçü aletlerimizle olan nispetini elde edebiliriz, demiştik. O halde mekânı ölçmek için bir aletimiz olmasaydı mekânı kuramıyacaktık; halbuki her şeyi kendisine nispet ettiğimiz ve içgüdü ile kendisini kullandığımız bu alet kendi bedenimizdir. Dış nesneleri kendi bedenimize göre yerleştiriyoruz ve bizim tasarlıyabildiğimiz yalnız bu nesnelerin mekânı münasebetleri bedenimizle olan münasebetleridir. Âdeta bize koordinat eksenleri sistemi işini gören bedenimizdir.

Sözgelimi, bir α anında A nesnesinin varlığını görme duyusu ile biliyorum; başka bir β anında B nesnesinin varlığını başka bir duyu ile, sözgelimi işitme veya dokunma duyusu ile biliyorum. Bu B nesnesinin, A nesnesinin tuttuğu aynı yeri tuttuğuna hükmediyorum. Bu ne demektir? İlkın, bu iki nesnenin iki ayrı anda hattâ var olsaydı bile, bilemiyeceğimiz bir mutlak mekânın aynı noktasını işgal ettikleri demek değildir, çünkü α ile β anları arasında güneş sistemi yer değiştirmiş ve onun yer değiştirmesini bilemiyeceğiz. Bu demektir ki, bu iki nesne bedenimize nispetle aynı görelî bir durum işgal eder.

Fakat bu da ne demektir? Bu nesnelerden bize gelen intibalar mutlak surette ayrı ayrı yollar, A nesnesi için görme sınırını, B nesnesi için işitme sınırını takibettiler. Bunlar arasında kalitatif bakımdan müsterek hiçbir şey yoktur. Bu iki nesne hakkında edinebildiğimiz tasarımlar mutlak surette bir cinsten

değillerdir ve birbirine irca olunamazlar. Yalnız biliyorum ki A nesnesine erişmek için herhangi bir şekilde sağ kolu uzatmaktan başka bir şey yapmıyacağım; bunu yapmaktan çekinsem bile kası duyumlarını ve bu uzama ile birlikte bulunan benzer başka duyumları tasarlıyorum ve bu tasarım da A nesnesinin tasarımı ile birlikte dir.

Halbuki ben aynı zamanda biliyorum ki sağ kolumu uzatmakla yani aynı kasılık duyumlar alayı ile beraber bulunan uzanma ile B nesnesini elde edebiliyim. Bu iki nesnenin aynı durumda bulundukları zaman başka bir şey demek istemiyorum.

Yine biliyorum ki A nesnesinin sol kolumun münasip bir başka hareketiyle erişebileceğim ve bu hareketle beraber bulunacak olan kasılık duyumları tasarlıyorum; aynı duyumlarla beraber bulunan sol kolumun aynı hareketiyle B nesnesine de erişebileceğim.

Bu ise çok mühimdir, çünkü ister A nesnesinin, ister B nesnesinin beni tehdit edebilecekleri tehlikelere karşı kendimi bu şekilde savunabileceğim. Bize indirilecek darbenin her birine tabiat, bizi bunlardan korunmamıza elverişli bir veya birçok korunma ve çelme yollarını da beraber vermiştir. Aynı bir çelme birçok darbelere karşı koyabilir. Sözgelimi, böylelikle sağ kolun aynı bir hareketi α anında A nesnesine karşı, β anında B nesnesine karşı kendimizi savunmamıza elverecektir. Bunun gibi, aynı bir darbe de türlü şekillerde karşılanabilir ve sözgelimi, ister sağ kolun herhangi bir hareketiyle, ister sol kolun

herhangi bir hareketiyle A nesnesine fark gözetmek-
sizin erişilebilir.

Bütün bu çelmeler arasında aynı bir darbeye karşı korunmamıza elverişli olmaktan başka müşterek hiçbir şey yoktur. Bunların mekânın aynı bir noktasına varıp dayanan hareketler olduğunu söylediğimiz zaman kasdettiğimiz de budur ve yalnız budur. Bunun gibi, mekânın aynı bir noktasını işgal eden bu nesneler arasında, bunlara karşı aynı bir çelme savunabilmeye elverişli olmaktan başka hiçbir müşterek şey yoktur.

Veya, arzu edilirse, bir kısmı merkezden uzaklaşan, bir kısmı merkeze doğru gelen sayısız telgraf telleri tasarlansın. Merkeze doğru gelen teller dışarda vâkı olan kazaları bize haber verirler, merkezden uzaklaşan teller de bu kazalara çare bulmak zorundadırlar. Merkeze doğru gelen tellerin hergangi birinden bir elektrik akımı geçirildiği zaman bu akım bir röle üzerine tesir edecek ve böylece merkezden uzaklaşan tellerden biri içinde bir akım vücuda getirecek şekilde bağlantılar tesis edilmiştir ve aynı bir çare türlü ârizalara uygun geliyorsa merkeze doğru gelen birçok tellerin merkezden uzaklaşan aynı bir tel üzerine tesir edebilmesi için ve her defa aynı ârızanın birçok çarelerle iyileştirilebilecek şekilde, merkeze doğru gelen bir telin merkezden uzaklaşan birçok telleri, ister aynı zamanda, ister birinden birinin yokluğu halinde sarsabilmesi için işler ona göre düzenlenmiştir.

İşte âdeta bu karışık çağrışımlar sistemi; bu dağılma tablosudur ki, bizim bütün geometrimizi veya,

arzu edilirse, geometrimizin kendiliğinden haiz olduğu şeyi teşkil eder. Bizim doğru çizgi veya uzaklık sezgisi adını verdiğimiz şey bu çağrışımlardan ve bunların hâkim karakterlerinden edindiğimiz şudur.

Bu hâkim karakterin kendisi de nereden geliyor, bunu anlamak kolaydır. Bir çağrışım bize ne kadar eski olursa o kadar da yok edilemez görünecektir. Fakat bu çağrışımların birçoğu, ferdin zaferleri değildir, çünkü yeni doğmuş çocukta da bunun izi görülür: bunlar ırkın zaferidir. Tabii ayıklama (selection naturelle) bu zaferleri gerekli oldukları kadar da çabuk yapmak zorunda kaldı.

Bu hesaptan, biz kendilerinden bahsettiklerimizin tarihçe ilk olmaları gerekir, çünkü bunlarsız organizmanın savunması imkânsız olacaktı. Hücreler artık sadece birbiri üzerine yığılmış olmadıkça ve birbirlerine karşılıklı yardıma çağırılır çağrılmaz, bu yardımın yolunu şaşırmaması ve tehlikeye karşı çıkması için yukarda söylediğimize benziyen bir mekanizmanın vücut bulması pekâlâ gerekti.

Bir kurbağanın başı koparıldığı ve derisinin üzerine bir damla asit döküldüğü zaman kurbaya en yakın ayağı ile asiti silmeye çalışır ve bu ayak kesilmişse, öbür yanındaki ayakla bunu siler. İşte birinci çare olmadığı zaman ikinci bir çare ile bir hastalıktan kurtulmaya elveren, hemen demincek sözünü ettiğim çift çelme budur. Bu çelme çokluğu ve bundan çıkan birleşme, mekândır.

Bu mekâni çağrışımların ilk izlerini bulmak için şuurlatının ne kadar derinliğine inmek gerektiği görülüyor, çünkü yalnız sinir sisteminin en aşağı bö-

lümüleri bahis konusudur. O zaman, uzun zamandan beri birleşmiş olanı ayırmak için yapılan her teşebbüse karşı koyacağımız direnişten nasıl hayrete düşmelidir? O halde geometrik hakikatlerin apaçıklığı adını verdiğimiz işte bu direnişin kendisidir; bu apaçıklık, kendilerinden daima memnun bulunulan pek eski alışkanlıkları bırakmakta duyulan tiksintiden başka bir şey değildir.

III

Böylece yaratılan mekân ancak benim kolumun ulaşabileceği yerden daha ileriye uzanmayan küçük bir mekândır; hafızanın işe karışması bu mekânın sınırlarını geriye atmak için gereklidir. Elimi uzatmak için yaptığım gayret ne olursa olsun, gücümün dışında kalan ulaşamayacağım birtakım noktalar var. Sözgelimi, kısıçlarını uzatamayan bir su polibi gibi bir yere mihlanmış olsaydım bütün bu noktalar mekânın dışında olacaktı, çünkü buralarda bulunacak olan cisimlerin aksiyonu ile duyabileceğimiz duyumlar, buralara ulaşmamızı mümkün kılan hiçbir hareket fikriyle, münasip hiçbir savunma fikriyle birleşmiş olmayacaklardı. Bize bu duyumları hiçbir mekâni karakteri haiz değil gibi görüneceklerdi ve biz bunları bir yere yerleştirmeye çalışmayacaktık.

Fakat biz aşağı hayvanlar gibi bir yere saplanıp kalmamışız; düşman çok uzakta ise ilkin ona doğru yürüyebilir ve yetecek derecede yaklaştığımız kadar elimizi uzatabiliriz. Bu da bir savunmadır, fakat uzun menzilli bir savunmadır. Bir yandan da bu karışık

bir savunmadır ve bizim bunun hakkında edindiğimiz tasarım içine bacakların hareketinden ileri gelen kasılık duyumların tasarımı, kolların son hareketinin kasılık duyumları tasarımı ilh.. girer. Hem bizim zamandaş duyumların kompleksusu değil, ardardınca gelen ve belki bir düzende birbirini takibeden duyumların kompleksusunu tasarlamamız gerekir, işte bunun içindir ki demin hafızanın işe karışmasının gerekli olduğunu söyledim.

Aynı bir noktaya varmak üzere, elimi daha az uzatabilmekliğim için ulaşılabilecek hedefe daha çok yaklaşabileceğimi de müşahade edemem; ne bileyim, aynı bir tehlikeye karşı bir değil bin savunma ile karşı koyabilirim. Bütün bu savunmalar birbirleriyle hiçbir ilgileri olmıyan duyumlardan teşekkül etmişlerdir, bununla beraber bunlara mekânın aynı bir noktasını tarif eder göziyle bakıyoruz. Çünkü bunlar aynı tehlikeyi karşılayabilirler ve hepsi de bu tehlikeye fikriyle birbirlerine bağlıdır. Mekânın aynı bir noktasından bizi tehdit edebilecek türlü tabiattaki darbelerin birliğini vücuda getiren aynı tarzda çelmek imkânı olduğu gibi bu türlü savunmaların birliğini vücuda getiren de aynı darbeyi çelmek imkânıdır. Mekânın her bir noktasının tekliğini vücuda getiren bu çift birliktir ve nokta kavramında, da başka bir şey yoktur.

Bundan önceki bölümde göz önünde tuttuğum ve *sınırlı mekân* adını verebileceğim mekân bedenime bağlı koordinat eksenlerine göre gösterilmişti; bu eksenler sabitti; çünkü bedenim kimildanmıyor, ancak âzalarım yer değiştiriyorlardı. *Uzanan mekân*'ın yani

şimdi tarif ettiğim yeni mekânın tabii olarak kendine nispet edildiği eksenler nelerdir? Biz bir noktayı cismin herhangi bir ilk durumundan itibaren bu noktaya erişmek için yapılması uygun gelen hareketler dizisiyle tarif ederiz. Öyle ise eksenler cismin bu ilk durumuna bağlıdır.

Fakat ilk dediğim durum bedenimin ardardınca aldığı bütün durumlar arasından gelişigüzel seçilebilir. Bu ardardınca gelen durumların az çok şuursuz hatırlanması mekân kavramının doğmasına gerekli ise bu hatırlama geçmişte az çok daha gerilere gidebilir. Bunun neticesi olarak, mekânın tarifinde herhangi bir belirsizlik çıkar, işte muhakkak olarak bu belirsizliktir ki, mekânın göreliliğini teşkil eder.

Artık mutlak mekân yoktur, ancak cismin herhangi bir başlangıç durumuna göre mekân vardır. Aşağı hayvanlar gibi bir yerde sabit olan ve bunun sonucu olarak ancak sınırlı mekânı bilecek bir şuurlu varlık için mekân yine görelilik olacaktır (çünkü bu mekân kendi bedenine nispetle gösterilecektir) fakat bu varlık bu göreliliği bilemiyecektir, çünkü bu sınırlı mekânı nispet ettiği eksenler değişimiyeceklerdir. Şüphe yok, bu varlığın bağlandığı kava hareketsiz olmayacaktır, çünkü bizim gezeğenimizin hareketiyle beraber sürüklenecektir. Bunun sonucu olarak, bizim için, bu eksenler her an değişecekler; ama onun için değişimiyeceklerdir. Biz uzanan mekânımızı kâh bedenimizin, başlangıç olarak aldığımız A durumuna, kâh onun birkaç zaman sonra aldığı ve ona da yine başlangıç olarak bakmakta serbest bulunduğumuz B durumuna nispet etmek elimizdedir; o halde biz her

an koordinatları, farkına varmadan değiştiriyoruz. Bu yeti bizim tasarladığımız varlıkta bulunmayacaktır ve seyahat etmiş olmadığından, o mutlak mekâna inanacaktır. Her an, onun eksenler sistemi kendisine zorla kabul ettirilecektir; bu sistem gerçekte boş yere değişecek, ona göre hep aynı olacak, çünkü o her zaman *biricik* sistem olacaktır. Her an aralarından istediğimiz gibi ve hafıza ile geçmişte az çok genlere malik olan bizler için bu böyle değildir.

Hepsi bu kadar değil; sınırlı mekân bir cinsten olmayacaktır; bu mekânın türlü noktalarına eşdeğer olarak bakılamayacaktır, çünkü bir kısmı kolayca elde edildiği halde, öbür kısmı ancak büyük gayretler pahasına elde edileceklerdir. Bunun aksine olarak, bizim uzanan mekânımız bize bir cinsten gibi görünüyor, biz de bütün noktaların eşdeğerde olduğunu söylüyoruz. Bu ne demek?

Biz herhangi A durumundan hareket edersek bu durumdan itibaren bazı kasılık duyumlar kompleksusu ile vasıflandırılan bazı M hareketlerini yapabiliriz. Ama bir başka B durumundan itibaren aynı kasılık duyumlarla vasıflandırılan birtakım M' hareketleri de yapabileceğiz. O zaman bedeninin herhangi bir noktasının, sözgelimi, başlangıç durumunda sağ elin başparmağının ucunun durumu a; bu A durumundan hareket ederek M hareketlerinin yapıldığı anda bu aynı başparmağın durumu b olsun. Bundan sonra, Bu durumunda bu başparmağın durumu a', B durumundan hareket ederek M' hareketlerinin yapıldığı andaki durumu da b' olsun. Pekî! Mekânın a ve b noktalarının kendi aralarında

a' ve b' noktaları gibi olduklarını söylemek âdetimdir, bu da sadece M ve M' hareketlerinin aynı kasılık duyumlarla beraber olduklarını söylemektir. A durumundan B durumuna geçerken bedenimin aynı hareketleri yapmaya muktedir kaldığını bildiğim gibi, a' noktasında bulunan bir mekân noktası olduğumu bilivorum, bu ise her iki a ve a' noktaları eşdeğerde olacak şekilde bir b noktasının a noktasında olduğu demektir. İşte buna mekânın bir cinsten olması (homogenite) adı verilir. Aynı zamanda bu sebeptedir ki mekân görelidir. Çünkü mekânın özellikleri, mekân A eksenlerine veya B eksenlerine nispetle gösterilirse aynı kalır. Öyle ki, mekânın göreliliği ve bir cinsten olması bir ve aynı şeydir.

Şimdi artık sadece bana yaramıyan, fakat bütün âlemi içine yerleştirebileceğim büyük mekâna geçmek istersem buna bir muhayyile işiyle erişeceğim. Birkaç adımda gezegenlere varabilecek bir devin ne duyduğunu tasarlıyacağım; veya istenilirse, bu gezegenlerin yerini küçük balonların tutacakları ve bu küçük balonların birinde de ben adını vereceğim bir cücenin hareket edeceği minyatür halinde bir âlem karşısında kendi kendime neler duyacağımı düşüneceğim. Fakat kendi kullanacağım sınırlı mekân ile uzanan mekânı önceden kurmuş olmasaydım bu muhayyile işi benim için imkânsız olacaktı.

IV

Şimdi, neden bütün bu mekânların üç boyutu var? Daha yukarda sözünü ettiğimiz "dağıtım tab-

losu"na başvuralım. Bir yandan elimizde mümkün türlü türlü tehlikelerin listesi var; bunları: A_1 , A_2 , ilh... gösterelim. Bir yandan da aynıyle B_1 , B_2 , ilh... diyeceğim türlü türlü çarelerin listesi var. Bundan sonra, birinci listenin plotları ile ikinci listenin kiler arasında bağlantılarımız var, öyle ki sözgelimi A_3 tehlikesinin habercisi işlediği zaman B_4 savunmasına tekabül eden röle sini faaliyete geçirecek veya geçirebilecektir.

Merkezden kaçan veya merkeze giden tellerden daha yukarda bahsettiğimden bütün bunlarda basit bir mukayese değil, bir sinir sistemi tasvirinin görülmesinden korkuyorum. Düşüncem bu değildir. Bunun da birçok sebepleri var: ilkin, bilmediğim sinir sisteminin yapısı üzerinde bir fikir beyan etmek istemem. Halbuki bunu inceliyenler bunu ancak ihtiyarla yaparlar; sonra, çünkü salâhiyetsizliğime rağmen, bu şemanın fazlasiyle basit olacağını iyice seziyorum; nihayet, çünkü benim savunmalar listemde, bizim daha yukarda gördüğümüz üzere, uzanan mekân misalinde de kolun bir hareketinin ardardınca gelen birçok adımlardan teşekkül edebilen pek karışıkları bulunuyor. O halde gerçek iki nâkil arasında bir fizik bağlantı bahis konusu olmayıp iki duyum serisi arasında psikolojik iştirak bahis konusudur.

Sözgelimi, A_1 ve A_2 nin her ikisi de B_1 savunmasıyla ve A_1 de aynı şekilde B_2 savunmasıyla iştirak halinde ise umumi olarak A_2 , B_2 nin de iştirak halinde oldukları vâki olacaktır. Bu temel kanun umumi olarak doğru olmasavdı büyük bir karışıklıktan başka bir şey olmayacak ve bir mekân an-

layışına veya bir geometriye benziyebilecek hiçbir şey olmayacaktı. Gerçekte, bir mekân noktasını nasıl tarif etmiştik? Bunu iki tarzda yapmıştık: Bir yandan bu, aynı bir B savunmasıyla bağlantı halinde bulunan A haber vericilerinin hepsidir; bir yandan da bu, aynı bir A habercisiyle bağlantı halinde olan B savunmalarının hepsidir. Kanunumuz doğru olmasaydı A_1 ile B_2 nin aynı bir noktaya tekabül ettiklerini söylemek gerekcekti. Çünkü her ikisi de B_1 ile bağlantı halindedirler. Fakat yine söylemek gerekcektir ki bunlar aynı bir noktaya tekabül etmezler; çünkü A_1 , B_2 ile bağlantı halinde olacak ve A_2 , B_2 ile bağlantı halinde olmayacaktır. Bu ise bir çelişiklik olacaktır.

Ama bir başka yandan da, kanun kesin olarak ve daima doğru olsaydı mekân olduğundan bambaşka olacaktı. Elimizde birbirinden iyice ayrılmış bir takım kategoriler olacaktı ki bunlar arasında bir yandan A haber vericileri, bir yandan da B savunmaları dağılacaklardı; bu kategoriler son derece çok olacaklardı, fakat birbirlerinden büsbütün ayrılmış olacaklardı. Mekân pek çok, fakat ayrı noktalarından teşekkül edecekti, *süreksiz* olacaktı. Bu noktaları şu düzenden ziyade başka bir düzende sıralamak için; ne de, bunun sonucu olarak, mekâna üç boyut yüklemek için hiçbir sebep bulunmıyacaktı.

Fakat bu böyle değildir; bir an geometri bilen kimselerin dilini kullanmama müsaade edilsin; kendilerine fikrimi anlatmaya çalıştığım kimselerin daha iyi anladıkları bu dil olduğundan buna lüzum var. Ben bir darbeyi çölmek istediğim zaman bu dar-

benin geldiği noktaya ulaşmak isterim. Fakat ona daha çok yaklaşmaklığım yeter. B_1 e tekabül eden nokta hem A_1 e tekabül eden, hem de A_2 ye tekabül eden noktalara yetecek kadar yakınsa o zaman B_1 savunması A_1 ve A_2 yi karşılayabileceklerdir. Fakat başka bir B_2 savunmasına tekabül eden noktanın A_1 e tekabül eden noktanın A_1 e tekabül eden noktaya yetecek kadar yakın olduğu ve A_2 ye tekabül eden noktaya yetecek kadar olmadığı vâkı olabilecektir. Öyle ki, B_2 savunması A_1 yi karşılamadan A_1 i karşılayabilecektir.

Henüz geometri bilmiyen bir kimse için bu sadece daha yukarda beyan edilen kanuna bir aykırılıkla ifade olunacaktır. O zaman da vaziyet aşağıda ki gibi olacaktır:

B_1 ve B_2 savunmaları aynı bir A_1 haberine ve A_1 ile aynı kategori içinde sıralıyacağımız ve mekânın aynı bir noktasına tekabül ettireceğimiz pek büyük sayıda haber vermelerle iştirak halinde olacaklardır. Fakat B_1 ile iştirak halinde olmadan B_2 ile iştirak halinde olacak ve buna karşılık, B_2 ile iştirak halinde olacak birtakım A_2 haberlerini bulacağız. Bu B_2 , A_1 ile iştirak halinde değildir ve bu böyle devam eder; öyle ki bir aşağıdaki diziyi yazabiliriz:

$B_1, A_1, B_2, A_2, B_3, A_3, B_4, A_4$

burada her terim kendinden sonrakiyle ve öncekiyle iştirak halinde olup birçok sıralarla aralıklı olan terimlerle iştirak halinde değildir.

Bu dizinin terimlerinden her birinin ayrı olmadığını; fakat kendisinin aynı bağıntıları olan ve me-

kânın aynı bir noktasına ait olarak alınabilen başka haber vericiler ve başka savunmalardan müteşekkil olan çok sayıdaki kategorilerin bir kısmı olduğunu söylemek faydasızdır. Birtakım istisnaları olmakla beraber temel kanun hemen hemen her zaman doğru kalmaktadır. Yalnız bu istisnalar dolayısıyla bu kategoriler birbirinden büsbütün ayrı olacakları yerde, kısmen birbirlerine doğru ilerlerler ve herhangi bir şekilde karşılıklı olarak birbiri içine girerler, öyle ki, mekân sürekli olur.

Bir yandan da, bu kategorilerin sıralanacakları düzen hiç de indi değildir, bundan önceki diziye bakılırsa B_2 nin A_1 ile A_2 arasına ve bunun sonucu olarak, B_1 ile B_3 arasına konulması gerektiği ve sözgelimi B_3 ile B_4 arasına konulmıyacağı iyice görülür.

O halde mekânın noktalarına tekabül eden kategorilerimizin tabii olarak sıralanacakları bir düzen vardır ve deneme bize bu düzenin üç girişli bir tablo şeklinde göründüğünü öğretir ve mekânın üç boyutu olması da bu yüzdendir.

V

Böylece mekânın üç karakteristik özelliği, üç boyutlu olması özelliği bizim dağıtım tablomuzun bir özelliğinden, âdeta insan zekâsının bir iç özelliğinden başka bir şey değildir. Farklı bir dağıtım tablosu elde etmek için bu bağlantılardan, yani bu fikir çağırışlarından bazılarını yoketmek yetecektir, bu da

mekânın bir dördüncü boyut kazanması için kâfi gelebilecektir.

Bazı kimseler böyle bir neticeden hayrete düşeceklerdir. Onlar düşünecekler ki, dış âlemin bunda bir tesiri olması gerekir. Mekânın boyutlarının sayısı bizim yaratılış tarzımızdan ileri gelmekteyse, bizim dünyamızda yaşayacak, fakat burada bizden başka türlü yaratılmış olacak ve mekânın üç boyuttan çok veya eksik boyutu olduğuna inanacak düşünen varlıklar bulunabilecektir. Bay de Cyon, Japon farelerinin ancak iki çift yarım daire kanalına sahibolduklarından mekânın iki boyutu olduğuna inandıklarını söylememiş miydi? O zaman da bu düşünen varlık, bir fizik bilimi kurmaya gücü yeterse, iki veya dört boyutlu bir fizik, başka bir dil ile, aynı âlemin bir tasviri olacağından ötürü bir mânada bizim fiziğimizin aynı olacak bir fizik bilimi kurmayacak mı?

Gerçekte fiziğimizi dört boyutlu geometri diline çevirmek pekâlâ mümkün gibi geliyor; bu çevirmeye kalkışmak az bir menfaat için büyük zahmetlere katlanmak olacaktır ve ben buna benzer şeylerin görüldüğü Hertz mekaniğini zikretmekle vetineceğim. Bununla beraber öyle geliyor ki çevirme, metinden da-ima az basit olacaktır ve ondan her zaman bir çevirme kokusu bulunacaktır, her ne kadar bu tasvir başka bir idiomla aynen yapılabilirse de üç boyutun dili âlemimizin tasvirine en uygun gibi görünüyor.

Zaten bizim dağıtım tablomuzun teşekkülü tesadüf eseri değildir. A₁ haberiyle B₁ savunması arasında bir bağlantı vardır, bu bizim zekâmızın bir iç özelliğidir, ama bu bağlantı niçin? Bunun sebebi

B_1 savunmasının A_1 tehlikesine karşı fiili savunmayı mümkün kılmasıdır. Bu da bizim dışımızda olan bir olgudur. Dış âlemin bir özelliğidir. Öyle ise bizim dağıtım tablomuz dış olguların bütünün bir tercümesinden başka bir şey değildir. Onun üç boyutu varsa bunun sebebi bazı özellikleri olan bir âleme uymasıdır; bu özelliklerin başlıcası yer değişimleri bizim değişmez katıların hareket kanunları adını verdiğimiz kanunlara göre duyulurcasına vâkı olan birtakım tabii katıların bulunmasıdır. O halde üç boyutun dili bizim en kolay bir tarzda âlemimizi tasvir etmemize müsait bir dil ise buna şaşmamalıyız. Bu dil bizim dağıtım tablomuza geçirilmiştir ve bu âlemde yaşayabilmek içindir ki bu tablo vücuda getirilmiştir.

Dağıtım tabloları dört boyutlu olan ve bunun sonucu olarak, çok boyutlu mekân (hyperespace) içinde düşünecek olan ve bizim âlemimizde yaşayan birtakım düşünen varlıklar tasarlıyabileceğimizi söyledim. Bununla beraber bu türlü varlıkların, bu âlemde doğduklarını kabul ederek burada yaşayabilecekleri, baskınına uğrıyacakları bin bir tehlikeye karşı kendilerini savunacakları muhakkak değildir.

VI

Bu bahsi bitirmek için bazı düşünceler ilâve edelim. Dağıtım tablosu dediğim şeye irca olunan bu iptidai geometrinin kabalığı ile geometricilerin geometrisinin son derece sıhhat ve inceliği arasında göze batan bir tezat vardır. Bununla beraber geo-

metricilerin geometrisi iptidai geometriden doğmuştur; ama yalnız geometriden değil. Bunun, sözgelimi grup kavramı gibi matematik kavramları inşa etmek hususunda sahibolduğumuz yeti ile vücuda getirilmiş olması gerekti. Bundan önceki sahifelerde doğmasını açıklamayı denediğim ve bizimle yüksek hayvanlar arasında müşterek olan bu kaba mekâna ayrı kavramlar arasında en iyi uyanını aramak gerekmişti.

Dediğimiz gibi, geometrinin bazı postülatların apaçıklığı, eski alışkanlıklardan vazgeçmekten tiksinti duymamızdan ibarettir. Ama bu postülatlar son derece vâzıhtır, halbuki bu alışkanlıklarda bulanık bir şey vardır. Düşünmek istediğimizde bize pekâlâ son derece vâzih postülatlar lâzımdır. Çünkü çelişmeyi önlemenin biricik yolu budur; ama mümkün bütün postülat sistemleri arasında alışkanlıklarımızla yetecek kadar uyuşamayacaklarından ötürü seçmekten tiksineceklerimiz vardır; ne kadar bulanık, ne kadar elâstiki olursa olsunlar, alışkanlıklarımızın bir elâstiklik haddi vardır.

Görülüyor ki geometri bir denemlik bilim değilse, deneme dolayısıyla vücut bulmuş bir bilim olup onun incelediği mekânı, ama içinde yaşadığımız âleme uydurarak icadettik. Biz en elverişli mekânı seçtik, ama seçmemize yol gösteren, denemedir; bu seçme şuursuzca yapıldığından o bize kabul ettirilmiş gibi geliyor.

Bazıları diyorlar ki onu bize kabul ettiren denemedir; bazıları da bizim haphazır mekânımızla birlikte doğduğumuzu söylüyorlar. Bu geçen mülâhaza-

lara göre, bu iki düşüncede hakikat payı ile vanılmı payının ne olduğu görülür.

Mekânın yapılmasıyla sona eren bu tedrici terbiyede fertlerin payı nedir? İrkin payı nedir? Tâyin edilmesi zor olan da işte budur. Hangi ölçüde doğar doğmaz, sözgelimi, Eukleides'çi olmıyan katı cisimlerin hareket kanunlarına uygun olarak yer değıştiren cisimlerin hâkim olacağı tamamiyle farklı bir îleme nakledilen içimizden biri, büsbütün yeni bir mekân inşa etmek için, evet, hangi öyçüde atalarından kalma mekândan vazgeçebileceklerdi?

İrkin payı daha çok gibi görünüyor. Bununla beraber kaba mekânı demin sözünü ettiğim bulanık mekânı, yüksek hayvanların mekânını ona borçlu isek geometricinin son derece vâzih mekânını de ferdin şuursuz denemesine borçlu değil miyiz? Bu çözülməsi kolay olmıyan bir meseledir. Bununla beraber atalarımızın bize miras bıraktığı mekânın hâlâ herhangi bir şekle konulma gücünü muhafaza ettiğini gösteren bir olguyu zikredelim. Bazı, avcılar, her ne kadar balıklar hayali kırım yoluyla yukarı kalksa da, su içindeki bu balıklara nişan almayı öğreniyorlar: Esasen bunu içgüdü ile yaparlar: demek onlar eski istikamet içgüdüsunü değıştirmeyi veya A_1 iştiraki yerine B_1 , bir başka A_1 iştiraki yerine de B_2 vi kovmayı öğrendiler; çünkü deneme onlara birincinin muvaffak olmadığını gösterdi.

BÖLÜM II

MATEMATİK TARIFLER VE ÖĞRETİM

1. Burada matematikteki umumi tariflerin sözünü edeceğim; hiç değilse bölümün başlığının dediği şey budur. Fakat benim hareket birliği kaidesinin gerektiği kadar bu konu içinde kapanıp kalmaklığım imkânsız olacaktır; bir parça öbür yakın meselelerin sözünü etmeden bunu inceliyemeyeceğim ve böylece arasına kenarlarda sağa veya sola yüyümek zorunda kalırsam beni bundan dolayı affetmenizi dilerim.

İyi bir tarif nedir? Filozof için veya bir bilgin için tarif edilen bütün meselelere uyan ve ancak onlara uyan bir tariftir; mantık kaidelerine uyan tarif de budur. Fakat öğretimde bu değildir; iyi bir tarif öğrencilerce anlaşılan tariftir.

Nasıl oluyor da matematiği kafası almıyan bir sürü insan var? Burada paradoksal bir şey yok mu? Nasıl mı? İşte mantığın temel ilkelerinden, sözgelimi, çelişme ilkesinden; âdeta müdrikemizin iskeletini teşkil eden şeyden; düşünmeden kalmaksızın kendinden sıyrılınamıyan şeylerden başka bir şeye başvurmıyan bir bilim ve onu anlaşılmaz bulan birtakım insanlar var! Hattâ bunlar çoğunluğu teşkil ederler! Bunların icadetmeye muktedir olmamaları bir derece kabul olunabilir, ama onlara açıklanan ispatları anlama-

maları, bize arı bir parıltı ile parlar görünen bir ışı-
ğı onlara gösterdiğimiz zaman kör kalmaları, işte ta-
mamıyla şaşılacak olan da budur.

Bununla beraber bu körlerin hiçbir suretle müs-
tesna varlıklar olmadıklarını bilmek için bu incele-
meler hakkında büyük bir tecrübeye sahip olmak ge-
rekmez. Burada çözülmesi kolay olmıyan, ama ken-
dini öğretime verenlerin hepsinin düşünmek zorun-
da oldukları bir mesele vardır.

Anlamak nedir? Bu kelimenin herkesçe mâ-
nası aynı mıdır? Bir teoremin ispatını anlamak onu
teşkil eden kıyasların her birini ardardınca incelemek
ve doğru olduğunu, zihni oyunun kaidelerine uy-
gun olduğunu tesbit etmek midir? Tıpkı bunun gi-
bi, bir tarifi anlamak da sadece daha önce kulla-
nılan bütün terimlerin mânasının bilindiğini bilmek
ve bunun hiçbir çelişmeyi tazammun etmediğini tes-
bit etmek midir?

Bazılarına göre: Evet. Bunun tesbitini yaptık-
ları zaman: anladım, diyeceklerdir. Pek çokları için:
hayır. Hemen hemen hepsi daha müfrittirler. Bun-
lar sade bir ispatın bütün kıyaslarının doğru olup-
olmadığını değil, aynı zamanda filân sıradan ziya-
de filân sırada niçin birbirleriyle zincirlendiklerini
de anlamak istiyorlar. Bunlar onlara erişilecek hede-
fin şuuruna her zaman sahip bulunan bir zekânın
eseri değil de arzu ve hevesin doğurduğu kıyaslar gi-
bi göründükçe anladıklarını sanmazlar.

Şüphe yok, onlar da ne istediklerinin farkın-
da değillerdir; istediklerini de ifade edemezler. Ama

ratmin edilmemişlerse kendilerinde eksik bir şeyin bulunduğunu hissederler. O zaman ne olacak? Başlangıçta, gözleri önüne konulan apaçıklıkların farkına varıyorlar, ama bu apaçıklıklar ancak önce gelenlerle sonra gelenlere pek fazla ince bir iple bağlı bulunduklarından o insanların beyinlerinde bir iz bırakmadan geçerler; hemen unutulmuşlardır. Bir an aydınlatılmakla derhal öncesiz, sonrasız bir gecenin içine yeniden düşerler. Daha fazla ilerledikleri zaman artık bu gelip geçici ışığı bile gömmiycekler, çünkü teoremler birbirlerine dayanırlar ve onların muhtaç oldukları teoremler de unutulmuşlardır. İşte bu suretledir ki onlar matematiği anlayamaz oluyorlar.

Her zaman kahahat, profesörlerinde değildir; çok defa nâkil teli görmeye muhtaç olan zekâları onu aramak ve bulmak için çok tembeldir. Fakat onların yardımına koşmak için ilkin kendilerini durdurur şeyin ne olduğunu iyice anlamamız gerekir.

Başka kimseler de bunun neye yaradığını kendi kendilerine soracaklardır. Kendi etraflarında, pratikte veya tabiatta bulmazlarsa matematik kavramların varlık sebebini anlamış olmayacaklardır. Her bir kelimenin altına duyulabilen bir hayal koymak isterler; tarifi bir hayali çağırması gerekir. Her bir ispat merhalesinde, onlar bu hayalin şekil değiştirdiğini ve evrime uğradığını görürler. Yalnız bu şartla anlayacaklar ve akıllarında tutacaklardır. Bunlar kendi kendilerine bir kuruntu yapıyorlar; istidlalleri dinlemezler, şekillere bakarlar, anladıklarını sanırlar ve görmekten başka bir şey yapmazlar.

2. Ne kadar çeşitli temayüller! Bunları çürütmeye çalışmalı mı? Bunlardan faydalanmalı mıyız? Onları çürütmek istiyorsak hangisini tutmak gerekecek? Sırf mantıkla yetiimsenlere mi meselelerin ancak bir cephesini gördüklerini göstermek gerekiyor; yoksa, kolaylıkla tacmin edilmeyenlere istedikleri şeyin gerekli olmadığını söylemek mi lâzımdır?

Başka devimlerle, delikanlıları kafalarının tabiatını değiştirmeye zorlamalı mıyız? Böyle bir teşebbüs boşuna olacaktır; bize verilen madenleri birbirlerine değiştirmemize elveren bir felsefe taşımız yoktur. Yapabileceğimiz şeyin hepsi bu madenlerin özelliklerine uyarak onları işletmekten ibarettir. Birçok çocuklar matematikçi olmaya muktedir değildir, bununla beraber onlara matematiği öğretmek gerekir. Matematikçilerin kendileri de hep aynı kalıptan çıkmamışlardır. Bunlar arasında iki cins kafa ayırdetmek için eserlerini okumak yeter: sözgelimi, Weierstrass gibi mantıkçılar, Riemann gibi sezgiciler. Üniversite öğrencilerimiz arasında da fark aynıdır. Bazıları meselelerini, kendilerinin dediği gibi, "analizle", öbürleri de "geometri ile" incelemek isterler.

Burada değiştirilecek bir şey aramak pek faydasızdır. Esasen bunu yapmak arzuya değer mi? Birtakım mantıkçıların, birtakım sezgicilerin bulunması iyidir. Kim, Weierstrass'ın asla yazmamasının veya Riemann'ın bulunmamasının daha iyi olup olmayacağını söylemeye cesaret edecek. Öyle ise türlü türlü kafaların bulunmasına boyun eğmemiz lâzımı veya daha iyisi, bundan sevinmemiz gerekir.

3. Mademki anlamak kelimesinin birçok mâ-naları vardır, bir kısmından daha iyi anlaşılacak ta-rifler öbürlerine uygun gelecek olan tarifler değildir. Bir hayal vücuda getirmeye çalışanlarla soyutlama-nın her türlü maddeden mahrum bıraktığı tamamiy-le düşünülebilen, ama sırf düşünülebilen birtakım boş şekilleri birleştirmeye yetimsenilenlere sahibiz.

Birtakım misaller zikretmenin gerekip gerekme-diğini bilmem. Bununla beraber birkaç tane verelim. İlk kesirlerin tarifi bize kesin bir misal sağlayacak-tır. İlk okullarda bir kesri tarif etmek için bir elma veya bir meyvalı pasta kesilir. Şüphesiz bu zihinle bulunur, fiilen bulunmaz. Çünkü ilk öğretim bütçesi-nin böyle bir israfa müsaadesini farz etmiyorum. Bu-nun aksine olarak, Yüksek Öğretmen Okulu'nda veya Fakültelerde bir kesir, ufki bir çizgiyle ayrılan iki tam sayının bütünüdür, denilecektir; birtakım uylar-şımalarla, bu sembollerin tâbi olabilecekleri işlemler tarif olunacaktır; bu işlemlerin kaidelerinin tamsayı-ların hesabındakinin aynı oldukları ispat olunacak-tır ve nihayet bu kaidelere göre kesrin payda ile çar-pımını yaparak payın yeniden bulunduğu tesbit olu-nacaktır. Uzun zamandan beri elmaları veya başka başka nesneleri böle böle kesirler kavramına alışan ve kuvvetli bir matematik eğitim ile ustalaşarak zi-hinleri yavaş yavaş sırf mantıki bir tarif istiyecek bir mertebeye erişen delikenlilere hitabolanduğun-dan ötürü bu çok ividir. Fakat bunu kullanması iste-nilen yeni başlayan birinin şaşkınlığı ne olacaktır?

İşte Hilbert'in haklı olarak övülen ve birçok defalar mükâfatlandırılan "Geometrinin Temelleri" ad-

lı kitabında bulduğunuz tarifler bunlardır. Gerçekte onun nasıl başladığını görelim: *bizim noktalar, doğrular ve düzlemler adını vereceğimiz üç nesne sistemlerini düşünelim.* Bu nesneler nelerdir? Bunu bilmiyoruz, bilmek zorunda da değiliz; hattâ onu bilmeye çalışmamız bile pek kolay olmayacaktır; onlar hakkında bileceğimiz şeyin hepsi aksiyonların bize öğrettikleridir, sözgelimi şu: *İki ayrı nokta her zaman bir doğru tâyin eder ve bunu da şu kommanter takibeder: Tâyin ederler, yerine, doğru bu iki noktadan geçer, veya bu iki noktayı birleştirir, veya bu iki nokta doğru üzerindedir,* diyebiliriz. Böylece “bir doğru üzerinde bulunmak” sadece “bir doğruyu tâyin etmek” in eşanlamı olarak tarif edilmiştir. İşte çok iyi bulduğum, fakat bir lise öğrencisine tavsiye edemeyeceğim bir kitap. Gerçekte, bunu korkmadan vaptabilirim, ama liseli onu uzun boylu okumayacaktır.

Mübalâğalı birtakım misaller seçim, hiçbir hoca bu kadar ileriye gitmeyi aklından geçiremeyecektir. Ama bu cinsten örneklere kadar varılmasa da yine aynı tehlike ile karşı karşıya bulunulmıyacak mıydı?

Lisenin dördüncü sınıfındayız; profesör vazdırıyor: daire, merkez adı verilen içerde bir noktadan aynı uzaklıkta bulunan düzlemin noktalarının bulunduğu yerdir. İyi öğrenci bu cümleyi defterine yazar. Kötü öğrenci birtakım kargacık burgacık resimler yapar. Fakat her ikisi de anlamadılar. O zaman profesör tebeşiri alır ve tahtaya bir daire çizer. Öğrenciler: “Aaa! neden derhal bize: Bir daire bir yuvarlaktır, demedi, hepimiz anlıyacaktık” diye düşünür-

ler. Şüphesiz profesör haklıydı. Öğrencilerin tarifi-
nin hiçbir değeri olmayacaktı. Çünkü bu tarif her-
hangi bir ispata yaramıyacak, hele anlayışlarını tah-
lil etmek hususunda doğru bir alışkanlık veremiyec-
ti. Fakat onlara anladıklarını sandıkları şeyleri anla-
madıklarını göstermek, onları ilk kavramlarının kaba-
lığının farkına varmalarına ve kendiliklerinden bu
kavramı an bir hale getirmelerini ve onun kabalığını
gidermelerini istemeye sevk etmek gerekecekti.

4. Bütün bu misallere yeniden döneceğim;
yalnız size iki zıt anlayışı göstermek istedim. Bun-
lar arasında şiddetli bir tezat vardır. Bu tezadı bize
bilim tarihi açıklar. Elli yıl önce yazılmış bir kitabı
okursak orada raslıyacağımız istidlâllerin pek çoğu
bize kesinlikten mahrum gibi geleceklerdir. Bu za-
manda bir sürekli fonksiyonun sıfır olmadan işaret
değiştiremeyeceği kabul olunuyordu; bugün bu ispat
olunuyor. Hesabın âdi kaidelerinin ölçülmez sayılara
tatbik olunabileceği kabul olunuyordu; bugün bu is-
pat olunuyor. Bazan yanlış olan başka başka şeyler
de pekâla kabul olunuyordu.

Sezgiye güveniliyordu; ama sezgi bize ne kesin-
liği, ne de kesin bilgiyi veremez, gittikçe bunun far-
kına varıldı. Sözgelimi o bize her eğrinin bir teğeti
olduğunu, yani her sürekli fonksiyonun bir türevi ol-
duğunu öğretir. Bu ise vanlıştır. Ama kesin bilgiye
dayanıldığından gittikçe sezginin payını azaltmak ge-
rekti.

Bu gerekli tekâmül nasıl oldu? İlkin tariflere
sokulmazsa kesinliğin istidlâller içinde bulunamayaca-
ğının farkına varılmakta geç kalınmadı.

Uzun zaman matematikçilerin uğraştıkları konular iyi tarif edilmemişti; kendilerinin duyular veya muhayyile ile tasarlandıklarından ötürü bilindikleri sanılıyordu; fakat kendi hakkında ancak istidlâlin hâkim olabileceği vâzih bir fikir değil, kabasaba bir hayal elde olunuyordu.

İşte mantıkçıların emeklerini harcadıkları yer burasıdır. Böylece ölçülemez sayı için de emeklerini harcadılar.

Sezgiye borçlu bulunduğumuz müphem süreklilik fikri tamsayılara taallük eden karışık bir eşitsizlikler sistemi halinde çözüldü. İşte bu suretle enfinitezimal hesabın temellerini düşündükleri zaman babalarımızı korkutan bütün güçlükler kesin olarak ortadan kalktı. Artık bugün analizde ancak tamsayılar, veya eşitlik sebebiyle bağlı sınırlı veya sınırsız tam, sayı sistemleri kalmaktadır.

Denildiği gibi, matematik, aritmetikleşmiştir.

5. Fakat matematiğin fedakârlık yapmadan mutlak kesinliğe eriştiği sanılıyor mu? Asla; o kesinlikte kazandığını obiektilikte kaybetti. Bu yetkin arılığı, gerçekten uzaklaşarak kazandı. Vaktiyle engellerle dolu olan onun bütün sahasını, serbest serbest dolaşmak mümkün olacaktır; ama bu engeller ortadan kalkmadı. Yalnız sınırlara doğru itildiler ve pratiğin hüküm sürdüğü yere girmek için bu sınır aşılacak istenildiği zaman bu engelleri yeniden yıkmak gerekecektir.

Bir kısmı *a priori*, bir kısmı az çok hazmolunan denemelerden ileri gelen başka başka cinsten unsurlardan teşekkül etmiş müphem bir kavrama sahip

bulunuyordu; bunun sezgiyle başlıca hassaları biliniyor sanılıyordu. Bugün ancak *a priori* unsurlar muhafaza edilerek ampirik unsurlar atılıyor. Bu, tarife yarıyan özelliklerden biridir, bütün öbürleri bir kesin istidlalle bundan çıkarılır. Bu güzel; fakat bir tarif haline gelen bu özelliğin denemenin bize bildirdiği ve müphem sezgiler kavramını kendinden çıkardığımız gerçek nesnelere ait olduğunu ispat etmek kalıyor. Bunu ispat etmek için denemeye başvurmak veya bir sezgi cehdi göstermek gerekecektir. Bunu ispat edemezsek teoremlerimiz yetkin bir şekilde kesin; ama büsbütün faydasız olacaklardır.

Mantık bazan acayıplikler vücuda getiriyor. Yarım yüzyıldan beri bir şeye yarıyan mütevazı fonksiyonlara mümkün olduğu kadar az benzemeye çalışır gibi görünen bir sürü garip fonksiyonların meydana çıktığı görüldü. Artık süreklilik yok, veya süreklilik var ama türevler yok, ilh... Dahası, mantık bakımından en umumi olanlar bu garip fonksiyonlardır, kendileri araştırılmış olmadan ancak bir hususi hal olarak meydana çıkanlardır. Bunlara ancak pek küçük bir köşe kalıyor.

Vaktiyle, yeni bir fonksiyon icat olunduğu zaman bu herhangi bir pratik maksat içindi; bugün bunlar babalarımızın istidlallerinin yanlışlarını çıkartmak için hususi olarak icat olunuyorlar; ve ancak kendilerinden, yanlışlarından başka bir şey çıkarılmıyacaktır.

Mantık terbiyecinin biricik kılavuzu olsaydı, en umumi fonksiyonlardan yani en garip olanlarından başlamak gerekecekti.

Bu teratolojik müzeyle karşı karşıya bırakılması gerekecek olan matematiğe yeni başlıyandır. Mantıkçılar: Bunu yapmazsanız, kesinliğe ancak merhale merhale varacaksınız, diyebileceklerdir.

6. Evet, belki. Ama biz gerçeği bol keseden harcıyamıyacağız; bununla yine bir değeri olan yalnız duyulabilen âlemin gerçekliğini anlamıyorum. Çünkü öğrencilerimizin onda dokuzunun sizden silâh istemeleri bu âleme karşı mücadele içindir. Daha anlaşılması güç bir gerçek vardır ki bu matematik varlıkların hayatını teşkil eder ve mantıktan başka bir şeydir. Vücudumuz hücrelerden ve atom hücrelerinden yapılmıştır. Bu hücreler ve bu atomlar insan bedeninin bütün gerçekliği midir? Bu hücrelerin düzenleniş tarzı ve ferdin birliğinin netice olarak hâsıl olma tarzı yine bir gerçek ve daha çok alâka uyandıran bir gerçek değil midir? Fili ancak mikroskopta inceleyen bir tabiiyeci bu hayvanı yeter derecede bildiğini sanacak mı?

Matematikte de böyledir. Mantıkçı bir ispatı dosdoğru bir sürü iptidai işlemlere ayırdığı zaman yine henüz bütün bir gerçeğe sahibolmıyacaktır; ispatın birliğini teşkil eden bilmem neyi de o büsbütün elde edemeyecektir.

Üstatlarımız tarafından dikilmiş binalarda mimarın plânını anlıyamıyorsak duvarcının eserine hayranlık neye varar? O halde bu toplu görüşü arı mantık bize veremez. Bunu sezgiden istemek gerekir.

Söz gelimi, sürekli fonksiyon fikrini alalım. İlk bu duyulabilen bir hayalden, kara tahtaya tebeşirle çizilen bir çizgiden başka şey değildir. O, yavaş

yavaş arınır. İlk hayalin bütün çizgilerini yeniden vücuda getiren karışık bir eşitsizlikler sistemi kurmak için ondan faydalanılır. Her şey bittikten sonra, bir kubbenin yapılmasından sonra olduğu gibi *kalıp alınır*; bu, bundan böyle faydasız bir dayanak olan bu kaba tasarlama ortadan kalktı ve mantıkçının gözüne mükemmel görünen yapının kendinden başka bir şey kalmaz. Bununla beraber profesör ilk hayali hatırlamıyorsa, bir an için *kubbenin kalıbını* yeniden kurmuyorsa öğrenci nasıl bir arzu ve hevesle bütün bu eşitliklerin bu tarzda birbirleri üzerine kurulduğunu keşfedecektir? Tarif mantıkça doğru olacak, ama ona hakiki gerçekliği göstermiyecektir.

7. İşte biz yine geriye dönmek zorundayız; şüphesiz, kendini tamamiyle tatmin etmeyen bir şeyi öğretmek bir hoca için kolay değildir. Fakat hocanın tatmin olunması öğretimde biricik gawe değildir. İlkın, öğrencinin kafasıyla ve onun ne olması isteniliyorsa onunla meşgul olmak gerekir.

Zoologistler bir hayvanın ambriyoner gelişmesinin çok kısa bir zaman içinde jeolojik zamanlarda atalarının bütün tarihini hulâsa ettiğini iddia ediyorlar. Zihinlerin gelişmesi de böyle gibi görünüyor. Terbiyeci çocuğu babalarının geçtiği yerden; daha çabuk ve hiçbir merhalevi atlamadan geçirmeye mecburdur. Bu hesapça, bilimin tarihi bizim ilk kılavuzumuz olmalıdır.

Babalarımız bir kesrin, veya bir sürekliliğin veva bir eğri yüzeyin yüz ölçümünün ne olduğunu bildiklerini sanıyorlardı; onların bunu bilmediklerini fark eden biziz. Tıpkı bunun gibi, öğrencilerimiz ma-

tematiği ciddi olarak öğrenmeye başladıklarını sanırlar. Başka bir hazırlık olmadan, onlara: "Hayır, siz matematik bilmezsiniz; siz anladığınızı sandığınız şeyi anlamıyorsunuz; size apaçık görünen şeyi size ispat etmeliğim gerekir" dediysem ve ispatta onlara sonuçtan daha az apaçık gibi gelen öncüller üzerine dayanırsam bu zavallılar ne düşünecekler? Onlar, matematik biliminin faydasız bir sürü anlaşılması güç indî şeylerin yığılmasından başka bir şey olmadığını düşünecekler; veya ondan tiksineceklerdir; veya onunla bir oyun oynar gibi eğlenecekler ve Yunan sofistlerinin ruh haline benzer bir duruma erişeceklerdir.

Daha sonra, bunun aksine olarak, öğrencinin kafası matematik istidlâle alıştığı zaman bu uzun temasla olgunlaşacak ve şüpheler kendiliklerinden doğacak; o zaman da ispatımıza hoş geldin denilecektir. Bu ispat yeni şüpheler uyandıracak ve çocuğun kafasında ardardınca tıpkı bunların babalarımızın ardardınca kendi kendilerine sordukları gibi, yetkin kesinliğin yalnız onu tatmın edinciye kadar bir sürü sorular doğacaktır.

Her şeyden şüphelenmek yetmez, niçin şüphe edildiğini bilmek gerekir.

8. Matematik öğretimin başlıca amacı zihnin bazı güçlerini (faculté) geliştirmekten ibarettir. Bunlar arasında da sezgi en az değeri olan değildir. Sezgiyledir ki, matematik âlem gerçek âlemle temas halinde kalır, anı matematik bundan vazgeçebileceği zaman sembolü gerçekten ayıran uçurumu doldurmak için daima sezgiye başvurmak gerekecektir. Tatbikat-

çı buna her zaman muhtacolacaktır ve bir arı geometrici için de yüz tatbikatçı bulunmalıdır.

Mühendis tam bir matematik terbiyesi almak zorundadır. Fakat bu onun ne işine yarıyacak? Nesnelerin türlü görünüşlerini görmeve, hem de çabuk görmeye yarıyacak. Onun ufak şeyleri aramaya vakti yoktur. Onun karşısına çıkan karışık fizik nesnelerde, bizim onun eline verdiğimiz matematik aletlerin nereye kadar işe yarıyabileceğini çarçabuk bilmesi gerekir. Mantıkçılar tarafından açılan bu derin uçurumu onlarla öbürleri arasında bırakırsak bunu nasıl yapacak?

9. Yetiyecek mühendisler yanında daha az sayıdaki başka başka öğrenciler de sırası gelince hoca olmak zorundadırlar; o halde onların sonuna kadar girmeleri gerekir; ilk ilkelerin derin ve kesin bir bilgisi her şeyden önce onlara lâzımdır. Fakat onlarda sezgiyi geliştirmek için bu bir sebep değildir; çünkü ancak bir yönden baktıkları taktirde ilim hakkında yanlış bir fikir edinecekler ve zaten kendilerinde olmayan bir meziyeti öğrencilerinde geliştirmeyeceklerdir.

Anı bir geometricinin kendisi için de bu güç gereklidir. İspat etmek, mantıkla; icad etmek de sezgi ile olur. Tenkidetmeyi bilmek iyidir, yaratmayı bilmek daha iyidir. Bir birleştirme (combinaison) nin doğru olup olmadığını bilebilirsiniz; mümkün bütün birleştirmeler arasında seçme sanatına sahip değilseniz vay halinize! Mantık bize filân veya falan yolda bir engele raslanmıyacağından emin olduğumuzu öğretir; bizi gayeye götürenin hangisi olduğunu söylemez. Bunun için gayeyi uzaktan görmek gerekir; ama

bize görmeyi öğreten, sezgidir. Sezgi olmadan, geometrici gramere saplanıp kalan, ama fikirden mahrum olan bir yazar gibi olacaktır. O halde bu gücün kendini gösterir göstermez kovulur ve yok edilirse, kendinden iyi bir şey çıkarılması bilinmeden önce hakında güvensizlik gösterilirse bu güç nasıl gelişecektir?

Burada da yazılı vazifelerin ehemmiyeti üzerinde durmak için söz arası bazı düşünceler arz etmeye müsaade ediniz. Sözgelimi, politeknik okulda bazı imtihanlarda yazılı kompozisyonların belki yetecek kadar yerleri yoktur. Bana deniliyor ki bu kompozisyonlar derslerini pek iyi bilen ve pek iyi anlıyan, bununla beraber en küçük uygulamasını yapmaya gücü yetmeyen öğrencilere akul kapısını kapıyacaktır. Demin, anlamak kelimesinin birçok mânaları olduğunu söyledim: bunlar onu ancak birinci tarzda anlıyorlar ve bunun ne bir mühendis, ne de bir geometrici yetiştirmek için yetmediğini görmüştük. Pekâlâ, mademki bir seçme yapmak gerekiyor, o halde tamamiyle anlıyanları seçmeyi tercih ederim.

10. Doğru istidlâl yapmak sanatı, matematik profesörünün her şeyden önce öğretmek ve geliştirmek zorunda olduğu bir değerli meziyet değil midir? Bunu unutmak niyetinde değilim. Bunun üzerinde düşünmek gerekir, hem de başlangıçta. Geometrinin aşağı tabakadan bilmem hangi takimetri (tachymetrie) derekesine düştüğünü görmekle üzüleceğim ve hiçbir suretle bazı Alman Oberlehrer'lerinin müfrit doktrinlerine iştirak etmiyorum. Fakat öğrencileri benim işaret ettiğim mahzurların görünmediği mate-

matik biliminin bölümlerinde doğru istidlâle alıştırmak için yetecek kadar fırsat vardır. Elde mutlak mantığın hemen başlangıçta adetâ pek tabii olarak hüküm sürdüğü ve ilk geometricilerin mütemadiyen taklit olunmaları ve hayranlıkla karşılanmaları gerekecek birtakım örneklerini verdikleri uzun teoremler zincirleri vardır.

İlk ilkelerin açıklanmasında fazlasiyle anlaşılması güç şeylerden çekinmelidir. Burada bunlar fazla bıkırtıcı, üstelik faydasız olacaktırlar. Her şey ispat olunamaz; her şey tarif olunamaz; her zaman sezgiye başvurmak gerekecektir. Bunu biraz önce, veya biraz sonra yapmanın; hattâ ondan biraz çok, veya biraz az bir şey istemenin ehemmiyeti yok. Şu şartla ki, onun bize sağladığı öncülleri dosdoğru kullanmakla doğru istidlâl yapmayı öğrenebiliriz.

11. Bunca zıt şartları yerine getirmek mümkün müdür? Hususiyle bir tarif vermek bahis konusu olduğu zaman bu mümkün müdür? Hem mantığın kaidelerini, hem bilimin bütünlüğü içinde yeni kavramın yerini anlamak istediğimizi, hem de birtakım hayallerle düşünmek ihtiyacımızı tatmin eden kısaca ve açık bir beyanı nasıl bulmalı? Çok defa, bu beyan bulunmayacaktır; işte bunun için de bir tarif beyan etmek yetmez; onu hazırlamak ve onun doğru ve yerinde olduğunu göstermek gerekir.

Bununla ne demek istiyorum? Çok defa ne söylediyini biliyorsunuz: her tarif bir aksiyomu tazammun eder; çünkü o, tarif edilen nesnenin varlığını tasdik eder. O halde tarifiñ sırf mantık bakımından; ancak ne terimlerde ne de önceden kabul edilen ha-

kikatlerle ortaya bir çelişiklik çıkarmadığı takdirde *ispat olunacağı* zaman doğru ve yerinde olduğu gösterilecektir.

Ama bu kâfi değildir; tarif bize bir uyulaşım gibi beyan edilmiştir. Fakat birçok kafalar, bunu kendilerine zorla bir indî uyulaşım olarak kabul ettirmek isterseniz isyan edeceklerdir. Onlar ancak birçok sorulara cevap vereceğiniz zaman sükûnet bulacaklardır.

Çok defa matematik tarifler, bay Liard'ın gösterdiği gibi, daha yalın bilgilerle baştanbaşa kurulmuş hakiki yapılardır. Fakat binlerce birleştirme mümkün iken niçin bu unsurları bu tarzda birleştirmiş olmalı? Bu bir arzu ve hevesle mi oluyor? Bu böyle değilse, niçin bu birleştirmenin öbürlerinden daha çok varlık hakkı vardır? Hangi ihtiyaca karşılıktır? Bilimin gelişmesinde mühim bir rol oynayacağı, istidlâllerimizi ve hesaplarımızı kısaltacağımız önceden nasıl sezildi? Tatbikatta âdeta kendilerinin açık olmıyan ve kaba bir hayali olan herhangi bir alışılan nesne var mıdır?

İş, bununla da bitmiyor; bütün bu soruları tatmin edecek şekilde cevaplandırırsanız pekâlâ göreceksiniz ki yeni doğanın bir isim almaya hakkı vardır. Fakat ismin seçilmesi artık indî de değildir. Fianği benzerliklerle bunun yürütüldüğünü açıklamak gerekir ve farklı olan şeylere benzer isimler verilirse, bu şeylerin hiç olmazsa ancak maddeleri bakımından farklı olduklarını ve şekil bakımından da birbirlerine yaklaştıklarını; hassalarının birbirlerinin benzeri, âdeta paralel olduğunu açıklamalıdır.

Bu suretledir ki bütün temayüller tatmin olu-
nabilecektir. Bevan mantıkçıların hoşuna gitmek için
yetecek kadar doğru ise doğruluğunu ve yerinde ol-
duğunu gösterme sezgiciyi tatmin edecektir. Fakat
yapılacak daha iyi bir şey var; her defa bu mümkün
oldukça doğru ve yerinde olduğunu gösterme beyan-
dan önce gelecek ve beyanı hazırlıyacaktır; hususi ba-
zı misallerin incelenmesiyle umumi beyana varılacak-
tır.

Başka bir şey daha: bir tarifi beyanının bölüm-
lerinin her birinin amacı başka yakın nesneler sını-
fından tarif olunacak nesneyi ayırtmaktan ibaret-
tir. Tarif ancak sade tarif edilen nesneyi değil, ayırt
olunması uygun olan, sizin farkını kavratacağınız ve
açıkça ilâve edeceğiniz yakın nesneleri göstereceğiniz
zaman anlaşılacaktır: Bunun içindir ki tarifi beyan
ederken bunu veya şunu söyledim.

Fakat umumiliklerden çıkmanın ve şimdi açık-
ladığım bir parça soyut ilkelerin aritmetiğe, geomet-
riye, analize ve mekaniğe nasıl tatbik edileceklerini
incelemenin zamanıdır.

Aritmetik

12. Tamsayının tarif olunması gerekmez; bu-
na karşılık, mûtat olarak tamsayılar üzerindeki işlemler
tarif olunur. Öğrencilerin bu tarifleri ezberledik-
lerini ve buna hiçbir mâna vermediklerini sanıyorum.
Bunun iki sebebi var: ilkin, bunlar onlara henüz ka-
faları hiçbir ihtivaç duymadığı zaman, çok erken öğ-
retiliyor; sonra bu tarifler mantık bakımından tatmin

edici değillerdir. Toplam için bundan daha bir iyisi bulunamaz. Bunun sebebi, sadece tarifte bir noktada durmak gerektiği ve her şeyin tarif olunamayacağıdır. Toplamın katmaktan ibaret olduğunu söylemek, toplamı tarif etmek değildir. Yapılabilecek şey herhangi bir sayıda müşahhas misallerden hareket etmek ve şimdi yaptığımız işleme toplam adının verildiğini söylemektir.

Çıkarma ise bambaşkadır. Bu, mantık bakımından toplamın ters bir işlemi olarak tarif olunabilir; fakat buradan mı başlamak gerekir; burada da bir takım misallerle başlamak ve bu misaller üzerinde iki işlemin karşılıklı durumunu göstermek gerekir; böylece tarif hazırlanmış ve kendisinin doğruluğu gösterilmiş olacaktır.

Çarpma için de yine aynı. Hususi bir mesele alınacak; bunun, aralarında eşit birçok sayıları toplayarak çözülebileceği gösterilecektir. Bundan sonra sonuca öğrencilerin görenekle daha önceden yapmasını bildikleri işlem olan bir çarpma ile daha çabuk varılacağı gösterilecektir ve mantıki tarif de buradan tabii olarak çıkacaktır.

Bölme, çarpmanın ters işlemi olarak tarif olunacaktır; fakat alışık bulunanlar bir bölüşme kavramından alınan bir misalle başlanacak ve bu misal üzerinde çarpmanın, bölünecek şeyi yeniden hâsil ettiği gösterilecektir.

Geriye kesirler üzerindeki işlemler kalıyor. Ancak çarpma için zorluk vardır. En iyisi, ilkin orantılar teorisini açıklamaktır. Ancak bundan bir mantıki tarif çıkabilecektir. Fakat bu teorinin başında rasla-

nan tarifleri kabul ettirmek için kesirli verilerin kar-
tırdığı klâsik üçlü kaidelere ait meselelerden alınmış
birçok misallerle bunları hazırlamak gerekir. İster
daha önceden geometri okumuşlarsa hafızalarına baş-
vurmak, ister okumamışlarsa esasen geometri oku-
malarına kendilerini hazırlıyacak olan, doğrudan
doğruya sezgilerine başvurmak suretiyle geometrik
hayallerle orantı kavramına alıştırmaktan da korkul-
mayacaktır. Nihayet, kesirlerin çarpmasını tarif et-
tikten sonra bu tarifi distribütif, kommütatif, aso-
siyatif olduğunu ispat ederek ve dinleyicilerin dik-
katini tarifi doğru olduğunu göstermek için bu is-
patın yapıldığına çekerek tarifi doğru olduğunu
göstermenin gerektiğini ilâve edeceğim.

Bütün bunlarda geometrik hayallerin hangi
rolü oynadığı görülür; bu rolün de felsefe ile bilim
tarihince doğruluğu gösterilmiştir. Aritmetik geomet-
ri ile karışmadan sâf kalsaydı ancak tamsayıyı bile-
cekti; geometrinin ihtiyaçlarına uymak içindir ki o
başka bir şey icadetti.

Geometri

Geometride ilkin doğru çizgi kavramıyla karşı-
laşıyoruz. Doğru çizgi tarif olunabilir mi? Bir noktadan
öbürüne en kısa yol diye bilinen tarif, beni hiç de
tatmin etmiyor. Ben sadece *cetvel* ile işe başlayacağım;
ilkin öğrenciye çevirme ile bir cetvelin doğruluğunun
nasıl tahkik olunabileceğini göstereceğim. Bu tahkik,
doğru çizginin gerçek tarifidir; doğru çizgi bir dön-
me eksenidir. Sonra ona, kaydırma ile cetvelin doğ-
ruluğunu tahkik edeceği gösterilecek ve doğru çizgi-

nin en mühim hassalarından biri elde olunacaktır. Bir noktadan öbürüne en kısa yol olma hassasına gelince bu apodiktik olarak ispat olunabilecek bir teoremdir, fakat ispat çok nazik olduğundan orta öğretimde yeri olamıyacaktır. Önceden yoklanmış bir cetvelin gerilen bir ipe tatbik edilmesini göstermek daha iyi olacaktır. Böyle güçlükler karşısında, kabasaba denemelerle aksiyomların doğruluğunu göstermekle bunları çoğaltmaktan korkmamalıdır.

Bu aksiyomları kabul etmeli ve tatbik zaruri olduklarından biraz fazlası kabul olunursa zararı da pek büyük olmaz. Esas olan şey bir defa kabul olunan aksiyomlar üzerinde doğru düşünmeyi öğretmekten ibarettir. Tekrarından hoşlanılan Sarcey Amca çok defa: tiyatrodan başlangıçta, seyircinin kendine telkin olunan bütün postulatları memnurlukla kabul ettiğini, fakat bir defa perde kalktı mı, onun mantık üzerinde kendisiyle uzlaşamaz bir insan olduğunu söylüyordu. İşte bu, matematikte de aynıdır.

Daire için de pergelden başlanabilir; öğrenciler çizilen eğriyi derhal tanıyacaklar; sonra onlara aletin iki ucu arasındaki uzaklığın sabit kaldığına ve bu uçlardan birinin sabit, öbürünün harekette olduğuna dikkatleri çekilecek; böylece tabii olarak mantıkî tarife varılacaktır.

Düzlemin tarifi de bir aksiyomu gerektirir, bunu gizlememelidir. Bir resim tahtası alınsın ve hareket halinde bulunan bir cetvelin mütemadiyen bu resim tahtası üzerine tatbik edildiği, bu da üç serbestlik derecesi muhafaza edilerek gösterilsin. Ancak kendine iki serbestlik derecesi bırakılmadıkça bir doğru-

nun kendilerine tatbik edilemeyecekleri yüzeylerden ibaret olan silindir ve koni ile mukayese olunacaktır; sonra üç resim tahtası alınacaktır; ilkin bunların bir-biri üzerine tatbik edilmiş kalarak kayabileceklerini ve bunun da üç serbestlik derecesiyle olacağı gösterilecektir; nihayet küreden düzlemi ayırdetmek için bir üçüncü üzerine tatbik olunabilen bu tahtalardan ikisinin biri üzerine tatbik olunabildikleri gösterilecektir.

Belki siz hareket halindeki aletlerin bu mütemadî kullanılışına hayret edeceksiniz; bu bir bayağı hüner değildir; ilkin sanıldığından daha çok felsefidir. Filozof için geometri nedir? Bir grupun incelenmesidir, ama hangi grup? Katı cisimlerin hareketlerini. O halde bazı katı cisimleri hareket ettirmeden doğruyu nasıl tarif etmeli?

Paralellerin klâsik tarifini muhafaza ve böylece aynı bir düzlemde bulunan, ne kadar uzatılırlarsa uzatılınsınlar, birbirlerini kesmiyen iki doğru denildiğini söylemek zorunda mıyız? Hayır, çünkü bu tarif menfidir, çünkü deneme ile gerçekleştirilemez, bunun sonucu olarak da, sezginin doğrudan doğruya bir verisi olarak bakılamaz. Hayır, bilhassa, grup kavramına ve dediğim gibi, geometrinin hakiki kaynağı olan katı cisimlerin hareketi fikrine büsbütün vabancıdır. İlkin, değişmiyen bir şeklin doğru kaydırılmasını, içinde bu şeklin bütün noktalarının birtakım doğru yörüngeleri olduğu bir hareket olarak tarif etmek; bir cetvel üzerinde bir gönyeyi kaydırmakla böyle bir paralel kaydırmanın mümkün olduğunu göstermek daha iyi olmayacak mı? Bu bir aksiyom

olarak konulan bu denemelik ispat paralel kavramının ve Euklides postülâtomunun çıkarılması kolay olacaktır.

Mekanik

Hızın veya ivmenin, veya sinematiğin öbür kavramlarının tarifine dönmek zorunda değilim; bunları türeve bağlamak faydalı olacaktır.

Bunun aksine olarak, dinamiğin kuvvet ve kit-
le kavramları üzerinde duracağım.

Dikkatimi çeken bir şey var: bu da orta öğretimin yapan ne kadar delikanlı var ki bunların kendilerine öğretilen mekanik kanunlarının gerçek âleme tatbik etmekten uzak olduklarıdır. Bu sade onların buna güçleri yetmediğinden değil, bu tatbiki akıllarına bile getirmiyorlar. Onlarca bilimin âlemi ile gerçeklik âlemi kalın bir perde ile ayrılmışlardır. Kılığı kıyafeti yerinde, belki de lise olgunluğunu bitirmiş ve bir arabaya oturmuş ve arabayı öne doğru iterek onun yürütmesine yardım eden bir bay görmek nadir değildir. Ama bu yaptığı şey aksiyon ve reaksiyon ilkesini hiçe saymaktır.

Biz öğrencilerimizin ruh halini tahlile çalışırsak bu bizim daha az tuhafımıza gidecektir. Onlarca kuvvetin hakiki tarifi nedir? Ama ezberden anlattıkları tarif değil, müdrikelerinin bir köşesinde büzülüp kalıp onu tamamiyle oradan idare eden tarifi. Bu tarif işte şudur: Kuvvetler kendileriyle birtakım paralelkenarlar teşkil olunan oklardır. Bu oklar, tabiatta bulunan hiçbir şeyle ilgisi olmıyan uydurma varlıklardır. Bu öğrencilere kuvvetleri oklarla göstermeden

önce gerçekte kuvvetler gösterilseydi bu böyle olmazdı.

Kuvveti nasıl tarif etmeli? Mantıki bir tarif mi, bunun iyisi yok; bunu başka yerlerde yetecek kadar gösterdiğimi sanıyorum. Antropomorfik tarif vardır: kaslık cehit duyumu. Bu tarif gerçekten çok kabadır. Bundan faydalı hiçbir şey çıkarılamaz.

İşte takibedilmesi gerekli yol: ilkin cins olan kuvveti tanımak için bu cinsin bütün nevilerini birbiri ardınca göstermelidir; bu neviler çoktur ve türlü tür-lüdür; sıvıların bulundukları kablaların kenarlarına basıncı var; tellerin gerilimi var, yayın elâstikiyeti var, bir cismin bütün molekülleri üzerine tesir eden çekimi var; sürtmeler var; temas halinde bulunan iki katı cismin karşılıklı tabii aksiyon ve reaksiyonu var.

Burada kalitatif bir tariften başka bir şey yoktur; kuvveti ölçmeyi öğrenmek gerekir. Bunun için, ilkin, dengeyi bozmadan bir kuvvetin yerine öbür kuvvetin konulabildiği gösterilecektir; bu yerine koymanın ilk misalini terazi ile Borda'nın çift tartısında bulacağız. Bundan sonra, bir ağırlığın yerine başka bir ağırlığın değil, türlü tabiatta birtakım kuvvetlerin konulabildiğini göstereceğiz. Sözelimi, Prony'nin freni bizce bir ağırlığın yerine bir sürtmeyi koymamıza elverir.

Bütün bunlardan iki kuvvetin eşdeğerlik kavramı çıkar.

Bir kuvvetin istikametini tâvin etmek gerekir. Bir F kuvvetinin yerine, denge bozulmadan bir F' kuvveti konulabilecek şekilde bu F kuvveti bir genilen tel ile göz önünde tutulan cisme tatbik edilen

bir başka F' kuvvetiyle eşdeğerli ise o zaman telin bağlantı noktası F' kuvvetinin ve eşdeğeri olan F kuvvetinin tarif gereğince tatbik noktası olacaktır. Telin istikameti F' kuvvetinin ve eşdeğeri olan F kuvvetinin istikameti olacaktır.

Buradan kuvvetlerin miktarının mukayesesine geçilecektir. Bir kuvvet aynı istikamette iki başka kuvvetin yerine geçebilse bu demektir ki o, bu iki kuvvetin toplamına eşittir, sözgelimi yirmi gramlık bir ağırlığın onar gramlık iki ağırlığın yerini tutabileceği gösterilecektir.

Bu yeter mi? Henüz yetmez. Şimdi biz aynı istikameti, aynı tatbik noktasını haiz bulunan iki kuvvetin şiddetini mukayese etmesini biliyoruz; bunu istikametler ayrı olduğu zaman da yapmasını öğrenmelidir. Bunun için de, bir ağırlıkla gerilmiş ve bir makaradan geçen bir ip tasarlıyalım; ipin iki tarafının aynı olduğunu ve gereken ağırlığa eşit olduğunu söyleyeceğiz.

İşte bizim tarifimiz. Bu bizim ipin iki tarafının gerginliklerini mukayesemize ve bundan önce geçen tarifleri kullanarak, ipin iki tarafıyla aynı istikamette bulunan herhangi iki kuvveti mukayese etmemize elverir. İpin biten tarafının gerginliğinin aşırma makaralarının sayısı ve durumu ne olursa olsunlar, gereken aynı bir ağırlık için aynı kaldığını göstererek bunun doğruluğunu ortaya koymak gerekir. Bundan sonra makaralar sürtmesiz olurlarsa ancak o zaman bunun doğru olacağını göstererek bunu tamamlamak gerekir.

Bir kere bu tarifler hâkim olunca, tatbik noktasının, istikametinin ve şiddetinin bir kuvveti tâyin etme-

ye yettiğini göstermek; bu üç unsurun kendisi için aynı olduğu iki kuvvetin *daima* eşdeğer olduklarını ve *daima* ister dengede, ister harekette birinin yerine öbürünün konulabileceğini ve bunun da işe karıştırılan öbür kuvvetler ne olursa olsun yapılacağını göstermek gerekir.

Birbirini kesen iki kuvvetin yerine tek bir bileşkenin konulabileceğini; ve cisim ister sükûnet halinde, ister hareket halinde olsun, ve kendisine tatbik edilen öbür kuvvetler ne olursa olsunlar, *bu bileşkenin aynı kaldığını* göstermek gerekir.

Nihayet, bizim yaptığımız gibi tarif olunan kuvvetlerin aksiyonla reaksiyonun eşitliği ilkesine uyduklarını göstermek gerekir.

Bütün bunlar denemedir ve bize onu öğreten de, ancak denemedir.

Öğrencilerin her gün farkında olmadan yaptıkları birtakım bayağı denemeleri zikretmek ve onların önünde az sayıda basit ve iyi seçilmiş denemeler yapmak yetecektir.

Bütün bu dolambaçlı yollar seçildikten sonradır ki kuvvetler oklarla gösterilebilecektir, hattâ muhakemelerin gelişmesinde, arasına sembolden gerçeğe (realite)dönülmesini istiveceğim. Sözelimi, kuvvetlerin paralelkenarını, makaralardan geçen, ağırlıklarla gerilmiş ve aynı bir noktaya çekilerek dengesini sağlayan üç iple teşekkül eden bir alet yardımıyla göstermek güç olmayacaktır.

Kuvveti bilmekle, kitleyi tarif etmek kolavdır; bu defa tarif dinamikten alınmalıdır; başka türlü yapmanın yolu da yoktur. Çünkü erişilecek amaç

kitle ile ağırlık arasındaki ayırımı anlatmaktan ibarettir. Yine burada da, tarifi denemelerine hazırlanması gerekmektedir; gerçekte kütlenin ne olduğunu göstermek için bu maksatla yapılmış gibi gelen bir makina vardır. Bu, Atwood makinesidir; esasen cisimlerin düşme kanunları çekimin ivmesinin bütün ağır cisimler için aynı olduğunu ve enleme göre değiştiği hatırlatılacaktır.

Şimdi tavsiye ettiğim bütün metotların liselerde uzun zamanlardan beri tatbik edildiğini bana söylerseniz, hayretten ziyade sevineceğim; biliyorum ki bütünlüğü içinde matematik öğretimimiz iyidir, bunun altüst olmasını istemem. Hattâ bundan üzüldürüm de. Yavaş yavaş ilerliyen düzelmelerden başka bir şey istemiyorum. Bu öğretimin gelip geçici modaların rüzgârlarına kapılarak birdenbire vukua gelen sarsıntılarına mâruz kalmaması gerekir. Bu gibi fırtınalarda onun yüce öğretici değeri hemen yok olacaktır. İyi ve sağlam bir mantığın bunun temelini teşkil etmeye devam etmesi gerekmektedir. Misalle tarif her zaman gereklidir; ama onun, mantıki tarifi- nin yerine geçmesi değil, onu hazırlaması gerekir; hiç değilse, hakiki mantıki tarifi ancak yüksek öğretimde faydalı bir şekilde verilebileceği hallerde onun lüzumunu hissettirmelidir. Bugün dediklerimin hiçbir suretle başka yerde yazdıklarımın vazgeçildiğini gerektirmediğini iyice anladınız. Çok defa, bugün tavsiye ettiğim bazı tarifleri tenkid etmek fırsatını buldum. Bu tenkidlerin hepsi bâkidir. Bu tarifler ancak gelip geçicidir. Ama bu tariflerden geçmek gerekir.

BÖLÜM III

MATEMATİK VE MANTIK

Giriş

Matematik kendisine has olan ilkelere başvurmadan mantığa irca edilebilir mi? Şevk ve imanla dolu olarak bunu yapmaya çalışan başlı başına bir okul var. Onun kendine mahsus bir dili var ki burada hiç kelime yok ve işaretlerden başka bir şey kullanılmaz. Bu dili bu okula mensup ancak birkaç kişi anlar. Öyle ki buna inanmayanlar bunu kabul edenlerin kesip atan hükümleri önünde eğilmeye hazırdırlar. Bu hükümlerin ifade olundukları kesin edayı doğrulayıp doğrulamadıklarını görmek için bu hükümleri biraz yakından incelemek belki faydasız olmayacaktır.

Fakat meselenin tabiatını iyice anlatmak için tarihi bazı tafsilâta girmek ve hususiyle Cantor'un çalışmalarının karakterini hatırlatmak gereklidir.

Uzun zamandan beri sonsuz kavramı matematiğe sokulmuştur. Ama bu sonsuz, filozofların *oluş* adını verdikleri şeydi. Matematik sonsuz, her türlü limitin ötesine geçen, elverişli bir nicelikten başka bir şey değildi. Bu değişken bir niceliktir ki, onun bütün limitleri *aştığı* söylenemez, ama ancak onları *aşacağı* söylenebilir.

Cantor bir *aktüel sonsuz*'u yani sade bütün limitleri aşmaya elverişli bir niceliği değil, bu limitleri

çoktan aşmış gibi alınan bir niceliği matematiğe sokmaya teşebbüs etti. Şöyle, soruları ortaya koydu: mekânda tamsayılardan daha çok nokta var mı? Mekânda bir düzlemdeki noktalardan daha çok nokta var mı? ilh...

O zaman da tamsayıların sayısı, mekândaki noktaların sayısı, ilh... Onun *transfini kardinal sayı* dediği şeyin yani bütün âdi kardinal sayılardan daha büyük kardinal sayıyı teşkil eder. Cantor bu transfini kardinal sayıları mukayeseden hoşlandı; kendilerini sonsuz sayıda ihtiva eden bir cümleinin unsurlarını uygun bir sıraya koyarak üzerinde durmıyacağı; transfini ordinal sayılar dediği şeyi de tasarladı.

Birçok matematikçiler onun izinden yürüdüler ve aynı cinsten bir sorular serisi ortaya koydular. Onlar transfini sayılara o kadar alışmışlardı ki sınırlı sayılar teorisini Cantor'un kardinal sayılar teorisine tâbi kılmaya kadar varmışlardı. Onlara göre, aritmetiği gerçekten mantıki bir tarzda öğretmek için baştan transfini kardinal sayıların umumi hassalarını ortaya koymakla işe başlamak, sonra bunlar arasından küçük bir sınıfı, âdi tam sayılar sınıfını ayırdetmek gerekecektir. Bu hile sayesinde bu küçük sınıfa ait (yani bütün aritmetiğimiz ve cebirimiz) bütün önermeleri mantığa yabancı hiçbir ilkevi kullanmadan ispat etmeye muvaffak olunabilecektir.

Bu metot şüphesiz her sağlam psikolojiye aykırıdır. Muhakkak olarak insan zihninin matematiği kurmak için tuttuğu yol bu olmamıştır. Bunun için bu yazarlar, fikrimce, onu orta öğretime sokmayı dü-

şünmediler. Fakat hiç değilse o, mantıki, veya daha iyisi doğru mudur? Bundan şüphelenmek caizdir.

Bununla beraber, bunu kullanan geometriciler çok kalabalıktır. Onlar formülleri yığdılar ve formüllerin artık âdi matematik kitaplarında açıklayıcı sözle değiştirilmeyip bu sözün tamamıyla ortadan kalktığı birtakım muhtıralar yazarak surf mantık olmıyandan kurtulduklarını sandılar.

Ne yazık ki onlar çelişik sonuçlara vardılar. Bunlar *Cantor antinomileri* adı verilen şeyler olup bunlar üzerine yeniden dönme fırsatını bulacağız. Bu çelişmeler onları cesaretsizliğe düşürmedi, kaide-lerini daha önce belirttiklerinden dolayı artık yeniden belirtmeyecekleri hakkında emniyet kazanmadan bu önce beliren kaideleri ortadan kaldıracak şekilde kaidelerini tadil etmeye çalıştılar.

Bu mübalâğaların ne olduğunu göstermenin zamanıdır. Onları ikna edeceğimi ummuyorum; çünkü onlar bu hava içinde uzun zamanlar yaşadılar. Esasen ispatlardan biri reddedildiği zaman onun ehemmiyetsiz değişikliklerle yeniden ortaya çıktığı muhakkak görülür ve bunlardan bazıları küllerinden birkaç defa ortaya çıkmışlardır. Vaktiyle bütün başları birden kesilmediği takdirde daima yeniden meydana gelen ejder (*Hydre de Lerne*) böyleydi. Hercule, on bir başlı olmayıp, ejderin ancak dokuz başı olduğundan ötürü bu belâdan kurtuldu; ama burada haddinden fazla baş var; İngiltere de var, Almanya da var, İtalyada da var, Fransa da var. Hercule de olsa bundan vazgeçerdi. O halde bir yanı tutmadan, sağduyusu olan insanlardan başkasına başvurumuyorum.

I

Bu son yıllarda arı matematik ve matematik felsefesi üzerine, matematik istidlâlden mantıkî unsurları çıkarmak ve onları ayrı bırakmak için birçok eserler yayınladı. Bu travaylar *matematığın ilkeleri* adı altındaki bir eserde bay Couturat tarafından açıkça tahlil edilip açıklandı.

Bay Couturat'ya göre yeni çalışmalar, bilhassa bay Russell ve Peano'nun çalışmaları, Leibniz ve Kant arasında uzun zamandan beri askıda kalan tartışmayı kesin bir tarzda kestirip attı. *A priori* sentetik hükmün (ne analitik olarak ispat olunamıyan, ne bazı kendiliklere irca edilemiyen, ne de deneme yoluyla konulamıyan hükümleri ifade etmek için Kant'ın dediği gibi) bulunmadığını gösterdiler, matematiğin bütün bütüne mantığa irca olunacağını ve sezginin burada hiçbir rol oynamadığını gösterdiler.

Bay Couturat'nun sözünü ettiğim eserde açıkladığı şey budur; Kant'ın jübilesindeki nutkunda daha açıkça söylediği de budur, o derecede ki yanımdakinin hafifçe: "Pekâlâ görülüyor ki bu, Kant'ın ölümünün yüzüncü yılıdır" dediğini işittim.

Bu kesin sonuçlandırmaya razı olabilir miyiz? Bunu sanmıyorum ve bunun sebebini göstermeye çalışacağım.

II

İlkin yeni matematikte dikkatimizi çeken şey, onun sırf formel karakteridir; Hilbert: "Nokta, doğru ve düzlem adını vereceğimiz üç türlü *nesne* düşü-

nelim; bir doğrunun iki nokta ile tâyin edileceğini kabul edelim ve bu doğrunun iki nokta ile tâyin edildiğini söyleyecek yerde onun bu iki noktadan geçtiğini veya bu iki noktanın bu doğru üzerinde bulunduğunu söyleyebileceğiz” diyor. Bu *nesneler* nedir, bunlar hakkında bir şey bilmediğimiz gibi bilmeve de çalışmak zorunda değiliz. Buna ihtiyacımız yok; ne noktayı, ne doğruyu, ne de düzlemi görmemiş olan bir kimse de bizim kadar geometri yapabilecektir!.. *den geçmek* kelimesi veya *üzerinde bulunmak* kelimesi bizde hiçbir hayali uyandırmazın, birincisi sadece *tâyin edilmek* in, ikincisi *tâyin etmek* in eş anlamıdır.

Böylece anlaşılıyor, ki bir teoremi ispat etmek için onun ne demek istediğini bilmek ne gereklidir, ne de faydalıdır. Stanley Jevons'un tasarladığı *düşünme piyanosu*, geometricinin yerine alınabilecektir; veya istenildiği takdirde, domuzların canlı girip jambon veya sucuğa çevrilerek çıktıkları Chicago'nun masallaşan makinesi gibi bir ucundan aksiyomların girip öbür ucundan teoremlerin devşirildiği bir makine tasarlanabilecektir. Bu makinelerden daha fazla olmıyarak matematikçi de yaptığı şeyi anlamaya muhtaç değildir.

Geometrinin bu formel karakterinden dolayı Hilbert'i tenkid etmek istemiyorum. Onun ortaya koyduğu mesele verilince onun buraya varıp dayanması gerekirdi. O, geometrinin aksiyomlarını en az sayıya indirmek ve onların tam sayımını yapmak istiyordu; o halde zihnimizin aktif kaldığı istidlâllere. sezginin hâlâ bir rol oynadığı istidlâllere, sözgelimi

canlı istidlâllere, farkına varılmıyan bir aksiyomu veya postülâtomu sokmak güçtür. O halde ancak bütün geometrik istidlâlleri sırf mekanik bir şekle irca ettikten sonradır ki, maksadında başarı elde ettiğinden ve eserini tamamladığından emun olabildi.

Hilbert'in geometri için yaptığını başkaları aritmetik için ve analiz için yapmak istediler. Hattâ bunda tamamiyle muvaffak olsalardı Kant'çılar kesin olarak sükûta mecbur olacaklar mıydı? Belki de değil, Çünkü matematik düşünceyi boş bir şekle irca ederek onun sakatlandığı muhakkaktır. Hattâ bütün teoremlerin sırf analitik yöntemlerle, sınırlı sayıda aksiyomların basit mantıki birleşmeleriyle birbirlerine irca olunabildiklerinin ortaya konulduğunu ve bu aksiyomların birtakım uylasimlardan başka bir şey olmadıklarını kabul edelim. Filozof bu uylasimların kaynağını aramak ve onların zıt uylasimlara niçin tercih edildiklerini düşünmek hakkını muhafaza edecektir.

Bundan sonra, aksiyomlardan teoremlere götüren istidlâllerin mantıki doğruluğu bizim uğraşmak zorunda olduğumuz tek şey değildir. Yetkin mantık kaideleri bütün matematik midir? Bu, satranç oyuncusunun bütün sanatının, taşların yürütülmesi kaidelerine irca olunabileceğini demekle birdir. Mantık tarafından sağlanan malzemelerle teşkil olunabilecek bütün yapılar arasından bir seçim yapmak gerekir; hakiki geometrici bu seçimi doğruliyarak yapar, çünkü emin bir içgüdü ile veya daha derin, daha gizli, yalnız yapılan yapının değerini teşkil eden bilmem

hangi geometrinin herhangi müphem şuurı ona lavuzluk eder.

Bu içgüdünün kaynağını aramak, duyulan ve ifade olunamıyan bu derin geometrinin kanunlarını incelemek, mantığın her şey olmasını istemiyen filozoflar için yine güzel bir iş olacaktır. Fakat ben meseleyi bu bakımdan almak ve onu bu şekilde ortaya koymak istemiyorum. İmdi sözünü ettiğimiz bu içgüdü icatçıya gereklidir, ama ilkin, bir kere yaratıldıktan sonra bilimi incelemek için bundan vazgeçilebilecek gibi geliyor. O halde işte benim aramak istediğim şey, mantık ilkeleri ile bir kere kabul edildikten sonra sezgiye yeniden başvurmadan bütün matematik hakikatların keşfedilebileceği demiyorum, ama ispat edilebileceğinin doğru olup olmadığıdır.

III

Bu soruya vaktiyle hayır, diye cevap verdim (bak: Bilim ve Varsayım, Bölüm: I); cevabımızın yeni çalışmalarla tadil edilmesi gerekir mi? Hayır, diye cevap versem bunun sebebi bana "tam tümevarım ilkesi" nin hem matematikçiye gerekli, hem de mantığa irca olunamaz görünmesidir. Bu ilkenin beyanının ne olduğu bilinmektedir:

"Bir özellik 1 sayısı için doğru ise ve n ' için doğru olmak şartıyla $n+1$ için de doğru olduğu ortaya konulursa o bütün ramsayılar için de doğru olacaktır." Burada yetkin matematik istidlâl görüyordum. Sanıldığı gibi, bütün matematik istidlallerin bu ilkenin tatbikatına irca olunabileceklerini söylemek iste-

miyordum. Bu istidlalleri daha yakından incelemekle buraya aynı esas karakterleri gösteren daha birçok benzer ilkelerin tatbik edildiği görülecektir. Bu ilkeler kategorisinde, tam tümevarım ilkesi, yalnız, hepsinin en yalınıdır, işte bunun için de onu örnek olarak seçtim.

Hepsinden üstün gelen tam bir tümevarım ilkesinin adı haklı görülmemiştir. Bu istidlal şekli, âdi tümevarımdan ancak kesin bilgililiğiyle farklı olan hakiki bir matematik tümevarımdan daha aşağı değildir.

IV

Tarifler ve Aksiyomlar

Bu gibi ilkelerin varlığı inatçı mantıkçılar için bir güçlüktür. Bunun içinden nasıl çıkacaklarını iddia ediyorlar? Onlar diyorlar ki tam tümevarım ilkesi sırf bir aksiyom veya bir *a priori* sentetik bir hüküm değildir. Bu sadece tamsayının tarifidir. O halde basit bir uylaşımdır. Bu görüş tarzını münakaşa etmek için tariflerle aksiyomlar arasındaki münasebetleri daha yakından incelememiz gerekmektedir.

İlkin bay Couturat'nın Cautrier-Villars ve Cenevre'deki Georg'da yayımlanan bir dergi olan *Enseignement mathématique* (Matematik öğretimi) de çıkan matematik tariflere dair makalesine bakalım. Burada *doğrudan doğruya tarif ile postülatlarla tarif* arasında bir ayırım göreceğiz.

Couturat der ki: "Postülatlarla tarif tek bir kavrama değil, bir kavramlar sistemine tatbik olunur;

onları birleştiren ve bütün başka hassalarını ispat etmeye elveren temel münasebetleri saymaktan ibarettir; bu münasebetler birtakım postülatlardır...”

Bütün bu kavramlar, biri müstesna, önceden tarif olunmuşsa, o zaman bu tarif olunamıyan tarif gereğince bu postülatları gerçekliyen konu olacaktır.

Böylece matematiğin ispat olunamıyan bazı aksiyomları ancak kılık değiştirmiş tarifler olacaklardır. Bu bakımdan çok defa meşrudur; ben kendim de sözgelimi Euklides postülatomu hakkında bunu kabul ettim.

Geometrinin öbür aksiyomları, uzaklığı tam olarak tarif etmeye yetmez; uzaklık, o zaman tarif gereğince, öbür aksiyomlara uyan bütün miktarlar arasında Euklides postülatomunu doğru kılacak olan miktar olacaktır.

O halde mantıkçılar benim Euklides postülatomu için kabul ettiğimi tam tümevarım ilkesi için kabul ediyorlar, onlar bu ilkede kılık değiştirmiş bir tariften başka bir şey görmek istemiyorlar.

Fakat bu hakka sahibolmak için yerine getirilmesi gereken iki şart vardır. *Stuart Mill* diyordu ki her tarif bir aksiyomu, tarif olunan nesnenin varlığını tasdik eden bir aksiyomu tazammun eder. Bu hesaptan, kılık değiştiren bir tarif olabilecek olan artık bir aksiyom değil, bunun aksine olarak kılık değiştirecek olan aksiyom tarif olacaktır. *Stuart Mill*, varlık kelimesinden maddi ve ampirik bir mâna anlıyordu: da'reyi tarif ederken tabiatta birtakım yuvarlak şeylerir bulunduğunun tasdik olunduğunu söylemek istiyordu.

Bu şekil altında onun fikri kabul olunamaz. Matematik maddi nesnelerin varlığından müstakildir. Matematikte *var olmak* kelimesinin ancak bir mânası vardır, çelişmeden âri demektir. Böyle düzeltilerek, Stuart Mill'in düşüncesi doğru olur. Bir nesneyi tarif ederken tarifi çelişmeyi tazammun etmediği tasdik olunur.

O halde bizim bir postülatlar sistemimiz varsa, ve bu postülatların çelişmeyi tazammun etmediklerini ispat edebilirsek onları orada yer alan kavramlardan birinin tarifini temsil eder gibi göz önünde tutmaya hakkımız olacaktır. Bunu ispat edemezsek onu ispatsız kabul etmemiz gerekir, bu da o zaman bir aksiyom olacaktır; öyle ki postülat altında tarifi aramak istemişsek aksiyomu tarif altında yeniden elde edeceğiz.

Çok defa bir tarifi çelişmeyi tazammun etmediğini göstermek için *misal ile* işe başlanır, tarife uyan bir nesnenin misal teşkiline çalışılır. Postülatlarla tarif misalini alalım; bir A kavramını tarif etmek istiyoruz ve tarif gereğince bir A'nın bazı postülatların, kendileri için doğru oldukları her nesne olduğunu söylüyoruz. Bütün bu postülatların herhangi bir B nesnesi hakkında doğru olduğunu doğrudan doğruya ispat edebilirsek tarif doğrulanmış olacaktır; B nesnesi bir A'nın bir *misali* olacaktır. Eminiz ki postülatlar çalışma halinde degillerdir. Çünkü onların hepsinin aynı zamanda doğru oldukları haller vardır.

Fakat böyle misal yolu ile doğrudan doğruya bir ispat her zaman mümkün değildir.

Bu postülatların çelişmeyi tazammun etmediklerini ortaya koymak için öncül olarak göz önünde tutulan bu postülatlardan çıkarılabilecek bütün önermeleri göz önünde tutmak, ve bu önermeler arasında da biri öbürünün çeliştiği olan iki tanesinin bulunmadığını göstermek gerekir. Bu önermeler sınırı sayıda iseler doğrudan doğruya bir gerçekleştirme mümkündür. Bu hal çok az vâkidir, zaten de az ilgilendiricidir.

Bu önermeler sonsuz sayıda iseler artık doğrudan doğruya gerçekleştirme yapılamaz; birtakım ispat yöntemlerine başvurmak gerekir ki bunlar da umumi olarak muhakkak gerçekleşmesi gerekli bulunan bu tam tümevarım ilkesini işe karıştırmak zorunda kalınacaktır.

Mantıkçıların uymak zorunda bulundukları şartlardan birini şimdi açıkladık, *daha ilerde göreceğiz ki onlar bu şartlara uymadılar.*

V

Bir ikinci şart daha var. Bir tarif verdiğimiz zaman bunu kendisinden faydalanmak için yaparız.

O halde *tarif eden kelimesini* sözün silsilesi içinde veniden bulacağız; bu kelime ile temsil edilen nesneler hakkında, tarif vazifesi gören postülatomu tasdik etmeye hakkımız var mı? Kelime, mânasını muhafaza etmişse, biz ona zımni olarak başka bir mâna vermiyorsa, elbette var. O halde arasına olan da budur, bunun da farkına varmak çok defa güçtür; bu kelimenin sözümüze nasıl girdiğini ve girdiği kapının

gerçekte beyan olunandan başka bir tarifi tazammun edip etmediğini bilmek gerekir.

Bu zorluğa matematiğin bütün tatbikatında raslanır. Matematik kavram pek arınmış ve pek kesin bir tarif elde etti ve arı matematikçi için her te-reddüt ortadan kalktı; fakat sözgelimi bunun fizik bilimlerine tatbik edilmesi istenilirse artık ilgilenilmesi gereken bu arı kavram değil, onun kaba bir hayalinden başka bir şey olmıyan somut bir nesnedir. Bu nesnenin hiç olmazsa yaklaşık olarak tarife uyduğunu söylemek ancak denemenin şüpheden uzak tuttuğu ve artık uylaşımlık bir postülât karakteri bulunmıyan yeni bir hakikati beyan etmektir.

Ama arı matematik alanından çıkmaksızın, yine aynı güçlüğe raslanmaktadır.

Siz sayı hakkında anlaşılması güç bir tarif veriyorsunuz. Bir defa bu tarif verildi mi, artık onu düşünmüyorsunuz; çünkü gerçekte, sayının ne olduğunu bize öğreten o değildir. Bunu çoktan beri biliyordunuz. Sayı kelimesi daha ilerde kalemimizin ucuna geldiği vakit, siz ona aklınıza ilk gelen mânayı verirsiniz; bu mânanın ne olduğunu ve şu veya bu cümlede aynı olup olmadığını bilmek için sayıdan bahsetmeye ve bu kelimeyi bu iki cümleye sokmaya nasıl sevk edilmiş olduğunuzu görmek gerekir. Şimdilik bu hususta daha fazla söz söylemeyeceğim, çünkü buna yeniden dönmeye fırsat bulacağız.

Böylece işte bir kelime ki kendisi hakkında açıkça bir A tarifi verdik; bundan sonra onu söz içinde kullanıyoruz, bu kullanma zımni olarak başka bir B tarifini gerektirir. Bu iki tarifi aynı bir nes-

neyi göstermesi mümkündür. Ama böyle de olsa, ya ispat edilmesi veya müstakil bir aksiyom olarak kabul edilmesi gereken yeni bir hakikattir.

Daha ilerde göreceğiz ki *mantıkçılar ikinci şartı da birincisinden daha iyi yerine getirmemişlerdir.*

VI

Sayının tarifleri pek çok ve pek çeşitlidir; hattâ bu tarifi yapanların adlarını saymaktan vazgeçiyorum. Bu kadar çok tarifi olduğuna şaşmamız gerekir. Bunlardan biri tatmin edici olsaydı artık yenisi yapılamazdı. Bu mesele ile uğraşan her yeni filozof yeni bir tarif icad etmek zorunda kaldığını sandı ise bunun sebebi kendinden öncekilerin verdiği tariflerden tatmin edilmediğidir; bu tarifler onu tatmin etmemişlerse bunun sebebi de burada bir ispat olunması gerekeni delil yerine alma (*petition de principe*) yı gördüğünü sanmasıdır.

Bu meseleye tahsis olunan yazıları okurken daima derin bir bunalma duygusu hissettim; daima ispat olunması gerekeni delil yerine alma ile karşılaşacağımı bekliyordum; onu birdenbire görmediğim zaman da yanlış bakmış olmaktan korkuyordum.

Bunun için bir cümleyi beyan etmeksizin bir tarif yapma imkânsız; ve bir cümleye sayının adını veya hiç olmazsa *birçok* kelimesini, veya hiç değilse çoğul olarak bir kelimayı koymaksızın bir cümleyi beyan etmek güçtür. O halde meyil kaygındır ve her an ispatı gerekeni delil yerine alma içine düşme tehlikesi vardır.

Bundan böyle ancak ispatı gerekeni delil yerine almanın en ustaca gizlendiği bu tariflerinkine ilgileneceğim.

VII

Pazigrafı

Peano'nun yarattığı sembolik dil bu yeni araştırmalarda pek büyük bir rol oynar. Bazı hizmetler yapmaya elverişlidir, ama bana öyle geliyor ki Couturat buna Peano'nun kendisini de hayretlere düşürmesi gereken aşırı bir ehemmiyet vermiştir.

Bu dilin temel unsurları türlü konjonksiyonları gösteren bazı cebir işaretleridir: *eğer, ve, veya, o halde*. Bu işaretlerin elverişli (commode) olması mümkündür. Ama bütün felsefeyi yenileştirmeye mahsus olmaları başka bir iştir. *Eğer* kelimesinin, suretinde yazıldığı zaman *eğer* diye yazıldığı zamanda haiz olmadığı bir hassayı kazandığını kabul etmek güçtür.

Peano'nun bu icadı, ilkin, *kullanılan dilden bir tek kelime almaksızın bir matematik kitabı yazmak sanatı* demek olan Pazigrafı adını almıştır. Bu ad onun muhtevasını ve değerini pek doğru olarak tarif ediyordu. O zamandan beri ona *lojistik* adı verilerek daha yüce bir mertebeye çıkarıldı. Görünüşe göre, bu kelime, *Maréchal des logis*'nin sanatını, kıtaları yürütmek ve kullanmak sanatını ifade etmek üzere Harb Okulunda kullanılmıştır; ama burada

hiçbir karıştırma korkusu yoktur ve derhal görülür ki bu yeni isim mantıkta devrim yapmak maksadını tazammun eder.

Burali-Forti'nin *Una Questione sui numeri transfiniti* adlı ve Rendiconti del Circolo matematico di Palermo'ların XI inci cildine konan bir matematik muhtırasında bu yeni metotla nasıl çalışıldığını görebiliriz.

Bu muhtıranın pek ilgi çekici olduğunu söylemekle başlayacağım. Burada onu misal olarak alırsam bunun sebebi muhakkak yeni dilde yazılanların hepsinin en mühimi olmasıdır. Esasen bu işten anlamıyanlar da bu muhtırayı satır aralarındaki İtalyanca tercümeleri sayesinde okuyabilirler.

Bu muhtıranın ehemmiyetini teşkil eden şey transfini sayıların incelenmesinde raslanan ve birkaç yıldan beri matematikçileri ümitsizliğe düşüren bu antinomilerin ilk misalini vermiş olmasıdır. Burali-Forti diyor ki bu notun amacı, a ne b ye eşit, ne büyük ne de daha küçük olmayacak şekilde a ve b gibi iki (ordinal) transfin sayının mevcut olabileceğini göstermekten ibarettir.

Okuyucu müsterih olsun, aşağıda gelecek mülahazaları anlamak için bir ordinal transfini sayının ne olduğunu bilmeye ihtiyacı yoktur.

O halde Cantor iki sonlu sayı arasında olduğu gibi iki transfini sayı arasında da, şu veya bu mânada eşitlik veya eşitsizlikten başka bir münasebet bulunamayacağını açık bir şekilde ispat etmiştir. Fakat benim burada sözünü edeceğim şey bu muhtı-

ranın esası değildir; bu beni konumdan çok uzaklara götürecektir. Ben yalnız şekil ile meşgul olmak istiyorum, muhakkak olarak bu şeklin bu muhtıraya kesinlikte çok şey kazandırıp kazandırmadığını ve bununla yazara ve okuyucuya vüklediği gayretleri telâfi edip etmiyeceğini düşünüyorum.

Burali-Forti'nin ilkin, 1 sayısını aşağıdaki şekilde tarif ettiğini görüyoruz:

$$1 = \iota T' [Ko \wedge (u, h) \varepsilon (u \varepsilon Un)],$$

bu tarif bundan hiçbir zaman bahsedildiğini duymıyacak olan kimselere 1 sayısı hakkında bir fikir vermeye fazlasıyla elverişlidir.

Bir tenkidi göze almak için Peano'nun dilini pek iyi anlamıyorum. Fakat birinci yanda 1 i rakam olarak, ikinci yanda da bir (Un) ü tamamiyle harflerle vazıldığını gördüğüm için bu harflerin bir "ispatı gerekeni delil yerine alma" yı ihtiva etmesinden çok korkuyorum.

Ne olursa olsun, Burali-Forti bu tariftten hareket ediyor ve kısa bir hesaptan sonra şu denkleme varıyor:

$$(27) \quad 1 \varepsilon No.,$$

ki bu bize birin, bir sayı olduğunu öğretir.

Mademki ilk sayıların bu tariflerini yapıyoruz, Couturat'ın hem 0, 1, hem 1 i tarif ettiğini hatırlatalım.

Sıfır nedir? Yok sınıfının unsurlarının sayısıdır; yok sınıfı nedir? Hiçbir unsur ihtiva etmeyen sınıftır.

Sıfır *yok* ile, *yoku* da *hiçbir* ile tarif etmek, gerçekten Fransız dilinin zenginliğini kötü kullanmaktır. Bunun için Couturat şunu:

$$0 = \epsilon \Lambda : \varphi x = \Lambda \cdot \epsilon \cdot \Lambda = (x \in \varphi x)$$

yazarak bu tarifine bir yetkinlik verdi; bu ise Fransızcada:

Sıfır, hiçbir zaman yerine getirilmeyen bir şartta uyan nesnelerin sayısıdır, demektir.

Fakat *hiçbir zaman* demek *hiçbir halde* mânâsına geldiğinden ilerleyişin çok büyük olduğunu sanmıyorum.

1 sayısı hakkında Couturat'nın verdiği tarifi daha tatmin edici olduğunu hemen ilâve etmek isterim.

O, kısaca, bir, herhangi iki unsuru özdeş olan bir sınıfın unsurlarının sayısıdır, diyor.

1 i tarif etmek için bir kelimesini kullanmadığından bu tarif daha tatmin edicidir, derim; buna karşılık, o iki kelimesini kullanıyor. Fakat Couturat'ya ikinin ne olduğu sorulursa bir kelimesini kullanmak zorunda kalmasından korkarım.

VIII

Fakat Burali-Forti'nin muhtırasına dönelim; onun vardığı sonuçların Cantor'unkilerle doğrudan doğruya zıt olduklarını söyledim. Bir gün Hadamard beni ziyarete gelmiştir, konuşma bu antinomîye döküldü. Ona Burali-Forti'nin muhakemesi size kutsuz gibi geliyor mu? demiştim.

— Hayır, aksine olarak Cantor'unkine itiraz edecek hiçbir şey görmüyorum. Esasen Burali-Forti'nin *bütün* ordinal sayıların cümlesinden bahsetmek hakkı yoktu.

— Affedersiniz, bu hakka sahipti, çünkü şunu daima koyabiliyordu:

$$\Omega = T' (No, \varepsilon >).$$

onu bundan alıkoyabilecek olanı bilmeyi çok isterdim, hem Ω ad. verildiğinden sonra bir nesnenin mevcudolmadığı söylenebilir mi?

Boşa çıktı, onu inandıramadım (esasen inandırsaydım teessüfe şayan olurdu, çünkü o haklıydı). İnandıramayışım yalnız Peano'nun dilini yetecek kadar belâgatle konuşamıyorum da ondan mıydı? Belki, fakat söz aramızda, bunu sanmıyorum.

Böylece bütün bu pazigrafik cıhaza rağmen mesele çözülmemişti. Bu neyi ispat eder? Sade birin, bir sayı olduğunu ispat etmek gereklikçe pazigrafi yeter, ama bir güçlük çıkarsa, çözülecek bir antinomi varsa pazigrafinin gücü yetmez olur.

BÖLÜM IV

YENİ MANTIKLAR

I

Russell'in Mantığı

Mantık, iddialarını haklı göstermek için, değişmek zorunda kaldı. En ilgi çeken Russell'in mantığı olan yeni mantıkların doğduğu görüldü. Öyle geliyor ki formel mantık hakkında yazılacak yeni hiçbir şey yoktur ve onun esasını Aristo görmüştür. Fakat Russell'in mantığa istinadettiği alan klâsik mantığın alanından son derece daha geniştir, ve bu konuda orijinal, bazan da doğru mütalâalar beyan etmenin yolunu buldu.

İlkin, Aristo'nun mantığı her şeyden önce sınıflar mantığı iken ve çıkış noktası olarak konu-yüklem münasebetini aldığı halde Russell sınıflar mantığını önermeler mantığına bağlıyor. Klâsik, "Sokrat bir insandır" ilh... kıyası, hipotetik kıyasa yerini vermektedir: A doğru ise B doğrudur, imdi B doğru ise C doğrudur, ilh... İşte bence bu, en münasip bir fikirdir. Çünkü klâsik kıyasın hipotetik kıyasa indirgenmesi kolaydır, halbuki aksine çevirme kolay olmaz.

Sonra hepsi bu kadar değil: Russell'in önermeler mantığı *eğer, ve, veya* konjonksiyonlarının *değil*

inkârının kendilerine göre birleştikleri kanunların incelenmesidir. Bu eski mantığın son derece genişletilmesidir. Klâsik kıyasın hassaları emeklemeden hipotetik kıyasa da verilebilirler ve hipotetik kıyasın şekillerinde iskolâstik şekiller kolaycacık tanınılır; klâsik mantıkta esaslı olan şey orada görülür. Fakat kıyas teorisi henüz eğer konjonksiyonunun ve belki de inkârın sentaksından başka bir şey değildir.

Öbür iki konjonksiyonu *ve* veya *veya* yı buraya katarak, Russel mantığa yeni bir saha açıyor *ve* veya *veya* işaretleri $\times$ ve $+$ işaretlerinin tâbi oldukları aynı kanunlara, yani kommutatif, assosyatif ve distribütif kanunlara tâbidir. Böylece *ve* mantıki çarpmayı gösterdiği halde, *veya* mantıki toplamayı gösterir. Bu da pek ilgi çekicidir.

Russel, şu sonuca varıyor: Herhangi bir yanlış önerme öbür yanlış veya doğru bütün önermeleri tammamun eder. Couturat bu neticenin ilk bakışta paradoksal görüneceğini söylüyor. Bununla beraber Russell'in ne derece doğru gördüğünü bilmek için kötü bir matematik tezini düzeltmiş olmak yeter. İlk yanlış denklemi bulmak için aday çok zahmet çeker. Fakat bir kere denklemi elde etti mi, artık içinden bazılarının doğru olabilecekleri en şaşırtıcı neticeleri bir araya toplamak onun için bir eğlenceden başka bir şey değildir.

II

Görülüyor ki yeni mantık klâsik mantıktan daha zengindir; semboller çoğalmışlardır ve artık *sınırlı sayıda olmıyan* birtakım çeşitli kombinezonlara el-

verirler. Bu kaplamı *mantık* kelimesinin mânasına da vermeye hakkımız var mı? Bu meseleyi incelemek ve Russell'e bayağı bir kelime kavgası aramak boşuna zaman kaybetmek olacaktır. İstediyini kabul edelim; fakat kelimenin eski mânasında, mantığa irca olunamaz diye ilân edilen bazı hakikatlerin tamamıyla farklı olan yeni mânada, mantığa indirgenebilir bir durumda bulunurlarsa hayret etmiyelim.

Biz işe çok sayıda yeni birtakım kavramlar karıştırdık; bunlar da eskilerin basit birtakım kombinasyonları değillerdir; Russell esasen bunda aldanmadı. Yalnız birinci bölümün, yani önermeler mantığının başında değil, aynı zamanda ikinci ve üçüncüsünün, yani sınıflar ve münasebetler mantığının başında da o tarif olunamaz, dediği yeni birtakım kelimeler sokuyor.

Hepsi bu kadar değil; o aynı zamanda ispat olunamaz dediği birtakım ilkeler de sokuyor. Fakat bu ispat olunamıyan ilkeler, sezgiye, *a priori* sentetik hükümleri işe karıştırıyorlar. Biz, matematik kitaplarında, az çok açıkça bevan edilmiş olarak rasladığımızda onlara biz sezgilik (intuitif) diye bakıyoruz; mantık kelimesinin mânası genişlediği için ve şimdi onları bir *mantık kitabı* adını taşıyan bir kitapta bulduğumuzdan dolayı karakterlerini değiştirdiler mi? Onlar tabiatları değiştirmediler, yalnız yerlerini değiştirdiler.

III

Bu ilkelere kılık değiştirmiş tarifler diye bakılabilinecek midir? Bunun için, çelişmeyi tazammun et-

mediklerini ispat etme yolunun elde bulunması gerekecektir. Tümdengelimler serisi ne kadar ilerilere götürülürse götürülsün, hiçbir zaman çelişmeye mâruz kalınmayacaktır.

Aşağıdaki gibi muhakeme yürütmeye teşebbüs olunabilir. Çelişiklikten muaf öncüllere tatbik edilen yeni mantığın işlemlerinin aynı suretle çelişiklikten muaf birtakım sonuçlardan başka bir şey vermediklerini gerçekliyebiliriz. O halde n işleminden sonra çelişikliğe raslamamışsak $n + 1$ aynı işleminden sonra da raslayamayacağız. Öyle ise çelişikliğin başladığı bir anın bulunması imkânsızdır; bu ise buna hiçbir zaman tesadüf etmiyeceğimizi gösterir. Böyle düşünmeye hakkımız var mı? Hayır, çünkü tam tümevarım yapmak demek olacaktır; *tam tümevarım ilkesini iyice hatırlıyalım, henüz bilmiyoruz.*

O halde bu aksiyomları kılık değiştirmek tarifler diye almaya hakkımız yoktur ve bizim için ancak bir çıkar yol vardır, o da onların her biri için yeni bir sezgi fiili kabul etmek gerektiğidir. Esasen, sandığıma köre, Russell'in ve Coutuart'nın düşüncesi de budur.

Böylece yeni mantığın, geniş mânada mantığın temelini teşkil eden bu tarif olunamaz dokuz kavramın ve ispat olunamaz yirmi önermenin her biri (sanıyorum ki bunları sayan ben olsaydım bundan birkaç tane daha fazla bulurdum) yeni ve bizim sezgimizden müstakil bir fiil, niçin söylememeli, *a priori* sentetik hakiki bir hüküm gerektirir. Bu hususta herkes mutabık görünüyor. Fakat Russel'in ileri sürdüğü ve bana şüpheli görünen şey, sezgiye bu başvuru

malardan sonra bunun bitmiş olacağıdır; sezgiye başka başvurmalara lüzum kalmıyacaktır ve bütün bir matematik yeni bir unsuru işe karıştırmadan inşa olunabilecektir.

IV

Couturat bu yeni mantığın sayı fikrinden tamamiyle müstakil olduğunu çok defa tekrar eder. Açıklamasında kardinal olduğu kadar ordinal veya birçok gibi belirsiz sıfatlardan, sayı sıfatlarından ne kadar sıfat bulunduğunu saymakla vaktimi boşuna harcamak istemem. Bununla beraber bazısını zikredelim.

“İki veya birçok önermelerin mantıki çarpımı....dır”;

“Bütün önermeler ancak iki değer alabilirler: Doğru ve yanlış”.

“İki münasebetin izafi çarpımı bir münasebettir”.

“Bir münasebet iki terim arasında olur”; vesaire, vesaire....

Arasıra bu mahzurun önlenmesi imkânsız olmayacaktır. Fakat arasıra da bu gereklidir. Bir münasebet iki terim olmadan anlaşılamaz. Aynı zamanda sezgisi olmadan ve onların iki olduğunu bilmeden münasebetin sezgisine sahip olmak imkânsızdır. Çünkü münasebetin kavranılabilir olması için iki olması, ancak iki olması gerekir.

V

Aritmetik

Couturat'ın ordinal teori adını verdiği ve sırf aritmetiğin temeli olan teoriye geliyorum. Couturat

ilkin Peano ve Padoa'nın ispat ettikleri gibi müstakil olan beş aksiyomu beyan etmekle işe başlıyor.

1. Sıfır bir tamsayıdır.
2. Sıfır hiçbir tamsayının ardından gelen değildir.
3. Bir tamın ardından gelen bir tamdır.
Bunlara şunu eklemek uygun olur:
Her tamın bir ardından geleni vardır.
4. Ardlarından gelenler eşit iseler iki tamsayı eşittir.

Beşinci aksiyom tam tümevarım ilkesidir.

Couturat bu aksiyomları kılık değiştirmiş tarifler gibi alıyor; bunlar sınıfın "ardından gelen" in ve tamsayının postülatlarla tarifini teşkil ederler.

Ama postülatlarla tarifi kabul edilebilmesi için çelişikliği tazammun etmediğini ortaya koyabilmenin gerektiğini gördük.

Burada durum böyle mi? Hiç de değil. İspat *misal yoluyla* yapılamaz. Tamsayılardan bir bölüm. sözelimi ilk üçü seçilemez ve bunların tarife uydukları ispat olunamaz.

0, 1, 2 serisini alırsam, onun 1, 2, 4 ve 5 aksiyomlarına uyduğunu iyice görüyorum. Fakat aksiyom 3'e uyması için 3'ün bir tamsayı olması ve bunun sonucu olarak 0, 1, 2, 3 serisinin aksiyomlara uyması da gerekir; onun 1, 2, 4, 5 aksiyomlarına uyduğu gerçekleşecektir, fakat aksiyom 3, bundan başka 4'ün bir tamsayı olmasını ve 0, 1, 2, 3, 4 serisinin aksiyomlara uymasını ve böylece devam edip gitmesini gerektirir.

O halde hepsi için onları ispat etmeksizin bazı tamsayılar için aksiyomları ispat etmek imkânsızdır; misal yoluyla ispattan vazgeçmek gerekir.

O zaman aksiyomlarımızın bütün sonuçlarını almak ve onların çelişikliği ihtiva edip etmediklerini görmek gerekir. Bu sonuçlar sınırlı sayıda olsalardı bu kolay olurdu. Halbuki sayılar sonsuzdur; işte bunlar bütün bir matematik, veya hiç değilse bütün bir aritmetiktir.

O halde ne yapmalı? Belki III üncü ayrımın istidlâli tıpkı tıpkısına tekrar olunabilecek? Fakat dedik ya, *bu istidlâl*, bir tam tümevarımdır, muhakkak olarak doğru olduğunun gösterilmesi gereken de işte bu tam tümevarım ilkesidir.

VI

Hilbert'in Mantığı

Şimdi Hilbert'in Halsted'e borçlu olduğumuz bir İngilizce tercümesi The Monist'de yayımlanırken Pierre BOUTROUX'ya borçlu olduğumuz Fransızca tercümesi de *Matematik Öğretimi* dergisinde yayımlanan ve Heidelberg'de matematikçiler kongresine tebliğ ettiği mühim eserine geliyorum. İçinde en derin düşüncelerin bulunacağı bu travayda yazar, Russell'in güttüğü gayeye benzer bir gaye güdüyor, fakat birçok noktalarda selefinden ayrılıyor.

O diyor ki: "Bununla beraber, yakından bakacak olursak, temsili âdet olduğu üzere, mantık ilkelinde önceden aritmetik bazı kavramlar, sözgelini

Cümle kavramı, herhangi bir ölçüde Sayı kavramı gibi kavramların mutazammın bulunduklarını ortaya koyuyor. Böylece kendimizi bir daire içinde kapalı buluyoruz, bunun için de her paradoksu önlemek maksadiyle aynı zamanda mantık ilkeleriyle aritmetik ilkelerini açıklamaklığım gerekli görünüyor".

Daha yukarda gördük ki Hilbert'in *temsili adet olduğu üzere* mantığın ilkeleri hakkında söylediği şey, aynı zamanda Russell'in mantığına da uyar. Böylece Russell'e göre, mantık aritmetikten öncedir; Hilbert'e göre de "zamandaş" tırlar. Daha ilerde daha derin birtakım farklar daha bulacağız. Fakat önümüze çıktıkça onları haber vereceğiz; en mühim yerlerini aynıyle alarak ben Hilbert'in düşüncenin gelişmesini adım adım takibetmeyi tercih ediyorum.

"İlkin nesne 1 i göz önünde turalım". Böyle hareket etmekle hiçbir suretle sayı kavramını karıştırmadığınıza dikkati çekelim; çünkü 1 in burada bir sembolden başka bir şey olmadığı ve bizim hiçbir suretle onun mânasını bilmekle meşgul olmadığımız muhakkaktır.

"İki, üç veya birçok defalar tekrarlanmış bu nesne ile teşkil edilen gruplar...". Aa! Bu defa artık iş değişti; iki, üç ve bilhassa birçok kelimelerini işe karıştırsak biz sayı kavramını işe karıştıtırız; o zaman da şimdi bulacağımız sonlu tamsayı tarifi pek geç gelecek. Yazar bu ispat olunacağı ilke yerine alma (petition de principe) nin farkına varmamak için pek fazla uyanıktır. Bundan dolayı, travayının sonunda, hakiki bir *düzeltilme sıvası vurma* işine girişmeye çalışıyor.

Hilbert, bundan sonra 1 ve $=$ gibi iki basit nesne sokuyor ve bu iki nesnenin bütün birleşmelerini ve birleşmelerinin bütün birleşmelerini ilh... göz önünde tutuyor. Bu iki işaretin mütat mânâsının unutulması gerektiğini ve bunlara hiçbir mânâ isnadedilmemesi gerektiğini söylemeye hacet yoktur. Bundan sonra bu birleşmeleri varlıklar sınıfı, var olmayanlar sınıfı diye iki sınıfa ayırıyor ve yeni bir duruma kadar bu ayırma tamamiyle indidir; her olumlu önerme bize bir birleşmenin varlıklar sınıfına ait olduğunu öğretir; her olumsuz önerme bize herhangi bir birleşmenin var olmayanlar sınıfına ait olduğunu öğretir.

VII

Şimdi en büyük ehemmiyeti taşıyan bir farkı haber verelim. Russell için x ile gösterdiği *herhangi bir* nesne mutlak olarak belirsiz bir nesnedir ve onun bu nesne üzerine hiçbir tasarısı yoktur.

Hilbert için bu, 1 ve $=$ sembolleriyle yapılmış kombinezonlardan daha önce tarif edilmiş nesnelerin kombinezonlarından başka bir şeyin işe karıştırılmasını akli alamıyor. Hilbert esasen düşüncesini en açık bir şekilde ifade ediyor; ifadesini harfi harfine tekrarlamak zorunda olduğumu sanıyorum. "Aksiyomlarda bulunan belirsizler (bayağı mantığın *herhangi bir* veya *bütün*'ü yerine) sırf teoreminin şimdiki durumunda kazandığımız, veya işe karıştırmak üzere bulunduğumuz nesneler ve kombinezonların bütününe temsil ederler. O halde, göz önünde bulundurulmuş aksiyomlardan birtakım önermeler çıkarıl-

diği zaman belirsizlerin yerine koymak hakkına sahip bulunulacak, işte, yalnız bu nesneler ve bu kombinezonlardır. Esas nesnelerin sayısını çoğalttığımız zaman aksiyomların birden yeni bir kaplam kazandıklarını, bunun sonucu olarak da, yeniden değiştirilmiş deneme ve ihtiyaca arz edilmek zorunda olduklarını unutmamak da gerekecektir."

Russell'in görüş tarzıyla tam çelişme vardır: bu sonraki filozof için, x yerine sade önceden bilinen nesneleri değil, herhangi bir şeyi koyabiliriz. Russell işlem bakımı olan görüşüne sadıktır. O, varlık umumi fikrinden hareket ediyor ve onu sınırlandırmakla beraber ona yeni yeni nitelikler katarak gittikçe zenginleştiriyor. Hilbert ise bunun aksine olarak, mümkün varlıklar olarak ancak önceden bilinen nesnelerin kombinezonlarını kabul ediyor; o şekilde ki (düşüncesinin ancak bir yönüne bakılarak) onun kaplam bakımını tuttuğu söylenebilir.

VIII

Hilbert'in fikirlerinin açıklamasını takibedelim. O sembolik dilde beyan ettiği, ama bizim gibi bu işten anlamıyanların dilinde her niteliğin kendine eşit olduğu ve özdeş nicelikler üzerinde yapılan, her işlemin özdeş sonuçlar verdiği mânasına gelen ilk aksiyom işe karıştırıyor. Bu beyanla bunlar apaçıktır; fakat onları bu şekilde göstermek Hilbert'in düşüncesine hıyanet etmek olacaktır. Ona göre matematik sırf sembollerden başka şeyleri terkitten başka bir şey yapamaz ve gerçek bir matematikçi mânalarıyla

uğraşmadan bunlar üzerinde düşünmek zorundadır. Bunun için aksiyomları onun için kaba bilgi sahibi insan için olanın aynı değildir.

Hilbert bunları şimdiye kadar her türlü mânadan uzak kalan sembolünün postülatlarıyla tarifini temsil eder gibi saymaktadır. Fakat bu tarifi doğrulamak için bu iki aksiyomun hiçbir çelişikliğe götürmediğini göstermek gerekir.

Bunun için Hilbert, tam tümevarım yaptığıının farkına varmaksızın No. III istidlâlini faydalanıyor.

IX

Hilbert'in muhtırasının sonu tamamiyle bilmedir; bunun üzerinde durmıyacağız. Burada da çelişiklikler yığılmaktadır. Anlaşıyor ki yazar yaptığı, ispatı gerekeni delil yerine almanın pek az farkındadır ve istidlâlinin açık yerlerini boş yere kapamaya çalışıyor. Bu ne demektir?

*Tam tümevarımı aksiyomiyle tamsayının tarifi-
nin çelişikliği tazammun etmediğini ispat ederken
Russell ile Couturat'ın sıyrıldığı gibi Hilbert de
sıyrılıyor. Çünkü zorluk çok büyüktür.*

X

Geometri

Couturat diyor ki, geometri tümevarım ilkesinin işe karışmadığı geniş bir alandır. Bu bir hadde kadar doğrudur, tümevarımın işe karışmadığı değil,

az işe karıştığı söylenebilir. Hilbert'in ilkelerine göre yazılmış, Halsted, *Rational Geometry* (New - York, John Wiley and Sons, 1904) adlı kitabına başvurulursa ilk defa 114 üncü sahifede tümevarım ilkesinin işe karıştığı görülür (meğer ki iyi aramış olmayayım, bu da pekâlâ mümkündür).

Böylece, hemen birkaç yıl önce, sezginin hüküm sürmesinin söz götürmediği alan gibi görünen geometri bugün lojistikçilerin zafer kazandıkları gibi görünen alandır. Hiçbir şey Hilbert'in geometri alanındaki çalışmalarının ehemmiyetini ve bunların bizim anlayışlarımız üzerinde bıraktığı derin izleri daha iyi gösteremiyecektir.

Fakat bu hususta aldanmamalıdır. Kısası, *geometrinin temel teoremi nedir? Çünkü geometrinin aksiyomları çelişiklik tazammun etmezler, bu da tümevarım ilkesi olmaksızın ispat olunamaz.*

Hilbert bu esas noktayı nasıl ispat ediyor? Analize, bununla aritmetiğe, bununla da tümevarım ilkesine davanarak yapıyor. Başka bir ispat icat olunabilse vine bu ilke üzerine dayanmak gerekecektir. Çünkü çelişik olnadıklarının gösterilmesini gereken aksiyomların mümkün sonuçları sonsuz sayıdadırlar.

XI

Sonuç

Bizim çıkardığımız sonuç ilkin, *tümevarım ilkesine tamsayının kulık değiştirmiş tarifi* gibi bakılamıyacağıdır.

İşte üç hakikat:

Tam tümevarım ilkesi;

Euklides postülatomu;

Fosforun 44 derecede eridiğini ifade eden fizik kanunu (Le Roy'un zikrettiği).

Deniliyor ki bunlar üç kılık değiştirmiş tariftir, birincisi tamsayının, ikincisi doğru çizginin, üçüncüsü fosforun tarifidir.

Bunu, ikinci için kabul ederim, öbür ikisi için kabul etmiyorum, bu aşikâr mantıksızlığın sebebini açıklamaklığım gerekir.

İlkin, bir tarifi ancak çelişiklik tazammun etmediği ortaya konulursa, kabul olunabildiğini gördük. Yine, birinci tarif için bu ispatın mümkün olduğunu da gösterdik; bunun aksine olarak ikinci için Hilbert'in tam bir ispat verdiğini şimdi hatırlattık.

Üçüncüye gelince, çelişiklik tazammun etmediği açıktır: fakat bu demek midir ki bu tarif, gerekeceği üzere, tarif olunan nesnenin varlığını garanti eder? Biz burada artık matematik bilimler alanında değil, fizik bilimleri alanındayız, varlık kelimesinin de mânası aynı değildir, artık o çelişiklik yokluğu mânasına gelmez, objektif varlık demektir.

İşte üç hal arasında yaptığım ayırdın ilk sebebi. Bir ikincisi daha var. Bu üç kavram üzerinde yapmamız gereken uygulamalarda bunlar bize bu üç postülat ile tarif edilmiş gibi görünüyorlar mı?

Tümevarım ilkesinin mümkün uygulamaları savısızdır; sözgelimi daha yukarda açıkladıklarımızdan ve bir aksiyomlar bütününün bir çelişikliğe gö-

türmediğini ortaya koymaya çalışılanlardan birini alalım. Bunun için, öncül olarak bu aksiyomlardan *hareket ederek takibolunabilen kıyas serilerinden biri* göz önünde tutulur.

n inci kıyas tamamlandığı zaman bir başka kıyasın daha yapılacağı görülür, bu da $n - 1$ inci kıyastır, böylece n sayısı ardardınca gelen bir işlemler serisini saymaya yarar. Bu, ardardınca gelen toplamlarla elde olunabilen sayıdır. O halde bu bir sayıdır ki bu sayıdan itibaren *ardardınca gelen çıkarmalarla* bire çıkabilir. $n - n - 1$ olsaydı elbette bu yapılmazdı, çünkü o zaman çıkarma ile hep aynı sayı elde edilirdi. Böylece bizi bu n sayısının göz önünde tutmaya götüren tarz sonlu bir tamsayının bir tarifini tazammun eder; bu tarif de şudur: *sonlu bir tamsayı ardardınca gelen toplamlarla elde edilebilen bir sayıdır*, bu öyle bir sayıdır ki n , $n - 1$ e eşit değildir.

Bu ortaya konulduktan sonra, biz ne yapıyoruz? n . inci kıyasta çelişiklik yoksa $n + 1$ inci kıyasta da artık olmayacağını göstereceğiz ve biz bunun hiçbir zaman olmayacağı sonucunu çıkarırız. Siz diyorsunuz ki: Benim böyle sonuç çıkarmak hakkımdır, çünkü tamsayılar tarif gereğince, şu sayılardır ki bunlar için böyle bir istidlâl meşrudur; bu da tamsayının başka bir tarifini gerektirir ki o da şudur: *bir tamsayı kayıtlı yoluyla kendisi istidlâl yapılabilen bir sayıdır*. Ayniyle bu, numarası tam olan bir kıyas yapıldığında çelişiklik yokluğunun, sayısı numarası tam olan kıyasın numarasını takibeden tamsayı olan kıyas yapıldığında çelişiklik yokluğunu gerektirdiği söylenilebilenidir, numarası tamsayı olan kıyasların hiçbirisi

için hiçbir çelişiklikten korkmaya mahal olmayacaktır.

Bu iki tarif özdeş değildir; şüphesiz bunlar eş-değerlidir, ama bir *a priori* sentetik hüküm gereğince böyledirler; sırf mantuki yöntemlerle birinden öbürüne geçilemez. Bunun sonucu olarak birinciyi gerektiren bir yol ile tamsayıyı işe karıştırdıktan sonra ikinciyi kabule hakkımız yoktur.

Bunun aksine olarak, doğru çizgi hakkında ne oluyor? Bunu o kadar sık açıkladım ki bir defa daha tekrardan çekiniyorum: düşüncemi kısaca hülâsa etmekle yetimsiyeceğim.

Bundan önceki halde olduğu gibi, elimizde mantık yönünden birbirine irca olunamıyan iki eşdeğerli tarif yoktur. Bunlardan elimizde ancak kelimelerle ifade edilebilen bir tarif vardır. Doğru çizginin sezgisine sahibolduğumuz veya doğru çizgiyi tasarladığımızdan ötürü kendini beyan etmeye muktedir olmaksızın duyduğumuz bir başka tarifi olduğu söylenecek mi? Başta biz onu geometrik mekânda tasarlıyamayız, ama tasarımlık mekânda tasarlıyabiliriz; sonra, Euklides postülatomunu gerçeklemiyen müstesna, doğru çizginin öbür hassalarını taşıyan nesneleri de pekâlâ tasarlıyabiliriz. Bu nesneler, herhangi bir bakıma göre, mânadan mahrum birtakım kendilikler olmayıp herhangi bir küreye dik olan birtakım daireler (gerçek mekânın gerçek daireleri) olan "Euklides'çi-olmıyan doğrular" dır. Aynı şekilde tasarıma elverişli bu nesneler arasında, doğru adını verdiklerimiz (sonrakiler Euklides'çi-olmıyan doğru-

lar) değil de birinciler (Euklides'çi doğrular) iseler bu tarif gereğince böyledir.

Nihayet, üçüncü misali, fosforun tarifini ele alırsak, görürüz ki gerçek tarif: fosfor, şurada filân şişede gördüğüm bir madde parçasıdır, olacaktır.

XII

Mademki bu konu üzerindeyim, bir kelime daha söyleyeyim: fosfor misali için dedim ki: "Bu "Bu önerme gerçekleşebilir hakiki bir fizik kanunudur, çünkü bu: ergime noktası müstesna, bütün öbür hassalarını taşıyan bütün cisimler, fosfor gibi 44 derecede erirler mânasına gelir". Buna karşılık olarak: "Hayır, bu kanun gerçekleşemez, çünkü fosfora benzeyen iki cisimden birinin 44 derece ve öbürünün 50 derecede eridikleri gerçekleşmişse, onun ergime noktası müstesna, şüphe yok, birbirlerinden farkedirilen bilinmiyen herhangi başka bir hassanın bulunduğu her zaman söylenebilir.

Benim demek istediğim şey tamamiyle bu dildi, "Sınırlı sayıda filân, falan hassaları taşıyan (yani fosforun ergime noktası müstesna, kimya kitaplarından beyan edilen hassaları) bütün cisimler 44 derecede erirler" diye yazmalıydım.

Doğru misaliyle fosfor misali arasındaki farkı daha iyice açığa koymak için bir tembih daha yapalım: doğru çizgi tatbikatta başlıcaları ışık ışınları ve bir katı cismin dönme eksenine olan az çok mükemmel olmayan birçok hayallere sahiptir. Işık ışının

Euklides postülatomuna uymadığının ispat olunduğunu fark ediyorum (sözgelimi, bir yıldızın negatif bir paralaks olduğunu gösterirken). Ne yapacağız? Doğru çizginin, tarif gereğince ışığın yörüngesi olmakla, postülatoma uymadığını, veya bunun aksine olarak doğru çizgi tarif gereğince postülatoma uyduğundan, ışık ışının doğru olmadığı sonucunu mu çıkaracağız?

Muhakkak ki tariflerin birinden birini kabul etmekte serbestiz; bunun sonucu olarak da, sonuçların birinden birini. Fakat birinci tarifi kabul etmek saçma olur, çünkü ışık ışınları ancak mükemmel olmayacak şekilde sade Euklides postülatomuna değil, aynı zamanda doğru çizginin öbür hassalarına da muhtemel olarak uymazlar; çünkü Euklides doğru-sundan uzaklaşırsa doğru çizginin mükemmel olmıyan başka bir hayali olan katı cisimlerin dönme ekseninden daha az uzaklaşmaz; çünkü nihayet onun değişime tâbi olması şüphesizdir. Öyle ki dün doğru olan filân çizgi yarın herhangi bir fizik hal değişmişse doğru olmakdan çıkacaktır.

Şimdi fosforun 44 derecede değil de 43,9 derecede ergidiğinin ortaya çıkarıldığını farz edelim. Tarif gereğince fosfor 44 derecede ergiyen şey olmakla fosfor adını verdiğimiz bu cismin hakiki fosfor olmadığını veya bunun aksine olarak fosforun 43,9 derecede ergidiği sonucunu mu çıkaracağız? Burada da biz tariflerin birinden birini; bunun sonucu olarak da sonuçların birinden birini kabul etmekte serbestiz; ama birinciye kabul etmek saçma olacak, çünkü her defasında ergime noktasının veni bir ondaliğini tayin ederken bu cismin adı değiştirilemez.

XIII

Hulâsa olarak, Russel ve Hilbert'in her ikisi de ciddi bir gayret sarf ettiler; her ikisi de orijinal, derin ve çok defa pek doğru görüşlerle dolu birer kitap yazdılar. Bu iki kitap bize düşünülecek çok şeyler vermektedir ve bunlardan öğreneceğimiz pek çok şeyler vardır. Neticeleer arasında, bazıları, hattâ pek çoğu sağlamdır ve kalmaları mukadderdir.

Fakat onlar Kant ile Leibniz arasındaki tartışmayı kesin olarak çözmüş ve Kant'ın matematik teorisini yıkmış değillerdir. Elbette bu doğru değildir. Onların bunu yaptıklarını gerçekten sanıp sanmadıklarını bilmiyorum, fakat buna inandııarsa aldanmışlardır.

BÖLÜM V

LOJİSTİKÇİLERİN SON GAYRETLEMİ

I

Lojistikçiler yukarda geçen düşüncelere cevap vermeye çalıştılar. Onların, lojistiği değiştirmeleri gerekti ve hususiyle Russell bazı noktaları görüşlerini değiştirdi. Tartışmanın teferruatına girmeden, bana göre iki mühim mesele üzerine dönmek istiyorum; lojistiğin kaideleri verimlilik ve yanılmazlıklarını gösterdiler mi? Bunların, sezgiye hiç başvurmaksızın, tam tümevarım ilkesini ispat etmeye elverdikleri doğru mudur?

II

Lojistiğin Yanılmazlığı

Verimlilik hususunda öyle geliyor ki, Couturat safça kuruntulara kapılıyor. Lojistik, ona göre, "sırık ayaklıklar ve kanadlar" icadına uğraşüyor ve ondan sonra gelen sahifede: "*On yıl var ki Peano Formulaire*"nin birinci baskısını yaptı" diyor.

Nasıl oluyor da on yıldan beri kanadlarınız varken hâlâ uçmadınız! Pek güzel şeyler yapan (sözgelimi, bütün alanı kaplıyan eğrisi) Peano hakkında

pek büyük saygım vardır; fakat o kanatsız matematikçilerin çoğundan ne daha ileri, ne daha yukarı, ne de daha çabuk gitti; o da bu yaptığını pekâlâ bacaklariyle yapabiliyordu.

Ben bunun aksine olarak lojistikte icatçılar için engellerden başka bir şey görmüyorum; lojistik bize icat da kazandırmıyor; o bundan uzaktır; ve 1 in bir sayı olduğunu ortaya koymak için 27 denklem lâzımsa hakiki bir teoremi ispat için ne kadar lâzım gelecektir? Whitehead ile beraber, x şahsını, biricik âzası x olan ve $1x$ adını alacak olan sınıfı, sonra biricik âzası x olan sınıfın biricik âzası olduğu ve $11x$ adını alan sınıfı ayırdedersek bu ayırtların, ne kadar faydalı olurlarsa olsunlar, yükümüzü çok hafifleteceği sanılır mı?

Lojistik bizi mûtat olarak zımnen anlaşılan her şeyi söylemeye zorluyor, bu belki daha emindir, ama daha çabuk değildir.

Sizin bize verdiğiniz kanat değil, belden bağlanan tasmalardır. O zaman da biz bu belden bağlanan tasmaların bizi düşmekten alıkoymalarını istemek hakkımızdır. Bu onların biricik mazereti olacaktır. Bir tahvil büyük bir faiz getirmediği zaman hiç değilse bunun bir aile reisi tarafından yatırılmış olması gerekir.

Kaidelerinizi körükörüne takibetmeli midir? Evet, yoksa bu kaideler arasındaki ayırdı yapmamıza elverecek olan yalnız sezgi olacaktır; ama o zaman da, kaidelerin yanılmaz olmaları gerekir; çünkü bu ancak yanılmaz bir otoriteye karşı kör bir güven besleyebilmektir. Şu halde bu sizin için bir zarurettir.

Siz yanılmaz olacaksınız veya olmayacaksınız. Siz bize, "aldanıyoruz, bu doğru; ama siz de aldaniyorsunuz" demeye hakkınız yoktur. Aldanmamız bizim için, bir felâkettir, hem büyük bir felâkettir; sizin için de ölümdür.

Siz de şunu demeyiniz: Aritmetiğin yanılmazlığı: toplam yanlışlarını önler mi? Hesabın kaideleri yanılmazlar, bununla beraber *bu kaideleri uygulamayanların* aldandığı görülür; fakat hesaplarını gözden geçirirken onların ne zaman bu kaidelerden uzaklaştıklarını hemen görülecektir. Burada ise hiç de böyle değildir; lojistikçiler kaidelerini *uyguladılar*, ama çelişikliğe de düştüler; bu da o kadar doğrudur ki bu kaideleri değiştirmeye ve "sınıf kavramını feda etmeye" kalktılar. Bunlar yanılmaz iseler niçin değiştirilmeli? Diyorsunuz ki: "Bütün mümkün meseleleri *hemen şimdi* çözmek zorunda değiliz" hayır, biz sizden bu kadarını istemiyoruz; bir mesele karşısında siz *hiçbir* çözüm vermiyorsanız bizim diyecek hiçbir şeyimiz yoktur; ama bunun aksine, siz bize çelişik olan ve bunun sonucu olarak hiç olmazsa biri yanlış olan iki çözüm veriyorsunuz; işte bu, iflâstan başka bir şey değildir.

Russell bu çelişiklikleri uzlaştırmaya çalışıyor, bu ise, ona göre, ancak "sınıf kavramını sınırlandırarak, veya hattâ feda ederek" yapılabilen şeydir. Coururat da bu teşebbüsün başarısını kabul ederek: "Lojistikçiler başkalarının muvaffak olmadıkları yerde muvaffak olurlarsa Poincaré bu cümleyi hatırlamak lûtfunda bulunacak ve çözümden dolayı lojistiğe saygı gösterecektir" diye ilâve ediyor.

Ama bu böyle değil; lojistik vardır, dört kere basılmış bir mecellesi vardır. Daha doğrusu, bu mecelledir ki lojistiğin ta kendisidir. Russell çelişik olan iki istidlâlden hiç değilse birinin kanunu bozduğunu göstermeye hazırlanıyor mu? Hiçbir zaman; o bu kanunları değiştirmeye ve bunlardan herhangi bir kısmını yürürlükten kaldırmaya hazırlanıyor. Muvafak olursa, ben Russell'in sezgisine saygı göstereceğim, onun yıktığı Peano lojistiğine değil.

III

Çelişme Hürriyeti

Tamsayının lojistikçiler tarafından benimsenmiş tarifine karşı başlıca iki itiraz ileri sürmüştüm. Bu itirazlardan birincisine Couturat ne cevap veriyor?

Matematikte *varolmak* kelimesinin mânası nedir? O çelişmeden âridir, demiştim. Couturat'ın da itiraz ettiği budur: mantıki varlık, çelişme yokluğundan bambaşka bir şeydir. Bir sınıfın boş olmamasından ibarettir diyor; *a*'lar vardır, bu, tarif gereğince, *a* sınıfının yokolmadığını tasdik etmektir demeli. Şüphesiz, *a* sınıfının yokolmadığını tasdik etmek de, tarif gereğince, *a*'ların varolduğunu tasdik etmektir. Bu tasdiklerin her ikisi ya fizikçilerin veya natüralistlerin anladığı mânada *a*'ların görünebilmesini veya doku-nulabildiğini; veya mantıkçılarla matematikçilerin onlara verdiği mânada bir *a*'nın birtakım çelişiklik-

lere düşmeden kavranabildiğini ifade ederlerse bu tasdikler hiçbir şey ifade etmezler.

Couturat için, varlığı ispat ve tasdik eden çelişmezlik değil, çelişmezliği tasdik ve ispat eden varlıktır. Bir sınıfın varlığını ortaya koymak için bir *misal* ile bu sınıfa ait bir ferdin bulunduğunu ortaya koymak gerekir: "Fakat denilecek ki bu ferdin varlığı nasıl ispat olunacak? Kendinin ait olduğu sınıfın varlığının çıkarılabilmesi için bu varlığın ortaya konması gerekmez mi? Hayır. Bu hüküm ne kadar paradoksal görünürse görünsün, bir ferdin varlığı asla ispat edilemez. Fertler, ancak fert olduklarından ötürü, daima var olarak göz önünde tutulmuşlardır. Bir ferdin mutlak bir lisanla, var olduğu hiçbir zaman ifade olunamayıp, onun bir sınıfta var olduğu ifade olunur." Couturat kendi öz hükmünü paradoksal buluyor. Paradoksal olan da yalnız o olmayacaktır. Bununla beraber bu hükmün bir mânası olmalıdır; Couturat, şüphe yok, dünyada tek olan ve kendisi hakkında hiçbir şey tasdik olunmayan bir ferdin varlığının çelişikliğe düşüremediğini söylemek istiyor. Bu fert bir tek oldukça, onun hiç kimseyi sıkamıyacağı apaçıktır. Peki, diyelim; "mutlak bir lisanla" ferdin varlığını kabul edeceğiz, fakat bunun hakkında yapacağımız bir şey yoktur; bize "bir sınıf içinde" ferdin varlığını ispat etmekten başka bir şey kalmıyor ve bunun için de bizim: *filân ferdin filân sınıfa aittir* hükmünün ne kendi kendine, ne de benimsemiş öbür postülatlarla çelişik olmadığını daima ispat etmemiz gerekecektir.

Couturat şöyle devam eder: “O halde bu tarîfin ilkin çelişik olmadığı ispat olunursa ancak o zaman muteber olduğunu iddia etmek indî ve yolsuz bir istek ortaya atmaktır”. Çelişmenin hürriyeti bundan daha kuvvetli, daha mağrur kelimelerle istenilemez. “Herhalde, *ispat etmek işi* bu ilkelerin çelişik olduklarını sananlara düşer.” Tıpkı bir sanığın mâsum tahmin olunduğu gibi postülatlar da zıddı ispat edilinceye kadar uygun sayılacaklardır.

Bu iddiayı tasvibetmediğimi ilâve etmeye lüzum yoktur. Fakat diyorsunuz ki bizden istediğiniz ispat imkânsızdır; bizi ayı, dişlerimizle tutmaya mecbur edemezsiniz. Affedersiniz, bu sizin için mümkün değil. Fakat tümevarım ilkesini bir *a priori* sentetik hüküm olarak kabul eden bizler için mümkündür. Bu bizim için olduğu kadar sizin için de gereklidir.

Bir postülatlar sisteminin, çelişikliği tazammun etmediğini ispat etmek için, tam tümevarım ilkesini uygulamak gerekir; bu istidlâl şeklinin tuhaf hiçbir tarafı olmadığı gibi aynı zamanda biricik doğru olan da odur. Onun önce kullanılmış olması “muhtemel olmıyan” bir şey değildir; bunun “misallerini ve geçmişlerini” bulmak zor değildir. Hilbert’in broşüründen alınan iki tanesini makalemde zikrettim. Bunları kullanan ancak o değildir, bunu yapmıyanlar da hata ettiler. Hilbert’de bulduğum kusur onun buna başvurması değildir (onun gibi varadılıştan bir matematikçi bir ispat lâzım geldiğini ve bunun vegâne mümkün olan ispat olduğunu görmezden gelemezdi), fakat bunda kayıtm volivle istidlâli kabul etmeksizin buraya baş vurmuş olmasıdır.

IV

İkinci İtiraz

Hilbert'in makalesinde lojistikçilerin ikinci bir hatasına işaret etmiştim; bugün Hilbert afaroz edilmiştir ve Couturat onu artık bir lojistikçi saymıyor; müfrit lojistikçilerde de aynı hatayı bulup bulmadığını da bana soracaktır. Hayır! Okuduğum sahitelerde başka hata görmedim; onların yazdıkları ve okumak da istemediğim üç yüz sahife içinde bulup bulmayacağımı da bilmiyorum.

Yalnız matematik biliminden herhangi bir uygulama yapmak istedikleri gün bu hatayı işlemeleri gerekecektir. Bu ilmin konusu yalnız kendi göbeğini daima temaşa etmek değildir; tabiata taallûk eder ve günün birinde bu tabiatla temas edecektir. O gün de sırf lâfzı olan tariflerden silkinmek ve kelime oyunları yapmamak gerekecektir.

Hilbert'in misaline dönelim; daima kayıtlım yollu istidlâl ve bir postülat sisteminin çelişik olup olmadığını bilmek meselesi bahis konusudur. Couturat hiç şüphesiz, o zaman bunun kendisini ilgilendirmedini, fakat kendisi gibi bunun belki çelişikliğin hürriyetini istemiyenleri ilgilendireceğini bana söylemektedir.

Daha yukarıda olduğu gibi istenildiği kadar büyük olsun, sayı sonlu olmak şartıyla herhangi bir sayıda istidlâllerden sonra çelişmelere raslamıyacağımızı ortaya koymak istiyoruz. Bunun için, tümevarım ilkesini uygulamak gerekir. Burada sonlu sayı-

dan, tarif gereğince kendisine tümevarım ilkesi uygulanan her sayıyı anlamamız gerekir mi? Elbette hayır! Yoksa en can sıkıcı sonuçlara varmış olacağız.

Bir postulat sistemini koymak hakkına sahip olmamız için bunların çelişik olmadıklarından emin olmalıyız. Bu, bilginlerin *pek çoğunca* kabul edilmiş bir hakikattir, Couturat'ın makalesini okumazdan önce *hepsince* diye yazacaktım. Ama bunun mânası ne? Tarif gereğince sonlu sayı bütün kayıtlılık hassasını taşıyan sayı olmakla *sonlu* sayıda birtakım önermelerden sonra çelişikliğe raslıyamıyacağımızdan emin olmamız gerekir, demek midir? Öyle ki bu hasalardan biri olmasa, sözgelimi, bir çelişikliğe düşersek, söz konusu olan sayının sonlu olmadığını söylemeyi uygun göreceğiz.

Başka deyimlerle: tam bir çelişikliğe raslamak üzere bulunduğumuz zaman durmaklığımızı uygun bulmak şartıyla, bir çelişikliğe raslamamaktan emin olmamız gerekir, demek mi istiyoruz? Kendisini kabul etmemek için böyle bir önermeyi beyan etmek yeter.

Böylece yalnız Hilbert'in istidlali tümevarım ilkesini farz etmekle kalmıyor, bu ilkenin bize bir basit tarif gibi değil, bir *a priori* sentetik hüküm olarak verildiğini de kabul ediyor.

Kısacası:

Bir ispat zaruridir. Mümkün biricik ispat kavıtım yoluyla ispattır. O ancak tümevarım ilkesi kabul olunursa ve ona bir tarif olarak değil, bir sentetik hüküm olarak bakılırsa meşrudur.

V

Cantor Antinomileri

Şimdi Russell'in yeni bir muhtırasını inceleme-ye başlıyorum. Bu muhtıra, kendilerine birçok defalar işaret ettiğimiz şu *Cantor antinomilerinin* ortaya attığı güçlükleri yenmek maksadiyle yazılmıştı. Cantor, *Sonsuzun* Bilimini kurabildiğini sanmıştı; başkaları onun açtığı yolda ilerlemişlerdi, fakat hemen garip birtakım çelişikliklerle karşılaşmışlardır. Bu antinomilerin sayısı pek çok olup en ünlüleri şunlardır:

- 1) Burali-Forti antinomisi;
- 2) Zennelo-König antinomisi;
- 3) Richard antinomisi.

Cantor ordinal sayıların (onun tarafından yeniden sokulmuş olan transfini ordinal sayılar bahis konusudur) bir çizgilik (*lineaire*) seri halinde sıralanabildiklerini, yani eşit olmıyan iki ordinal sayıdan birinin öbüründen daima küçük olduğunu ispat etmişti. Burali-Forti aksını ispat ediyor. Gerçekten, hulaşa olarak diyor ki, *bütün* ordinal sayılar çizgilik bir seri halinde sıralanabilirse bu seri *bütün* öbürlerinden daha büyük olan bir ordinal sayıyı tarif edecek-*ti*; bundan sonra ona 1 katılabilecek ve *yine* daha büyük olan bir ordinal sayı elde olunacaktır, bu ise çelişiktir.

Daha ilerde, biraz başka tabiatla olan Zermelo-König antinomisi üzerine dönelim; şimdilik Richard antinomisinin ne olduğunu görelim (*Revue*

générale des sciences, 30 Juin 1905). Sonlu sayıda kelimelerin yardımıyla tarif olunabilen bütün ondalık sayıları göz önünde turalım. Bu ondalık sayılar bir E cümle ('l'ensemble' sini kurarlar. Bu cümlelerin sayılabilir bir cümle olduğunu, yani bir cümlelerin 1 den itibaren sonsuza kadar türlü ondalık sayılarını *numaralama*'nın mümkün olduğunu görmek kolaydır. Numaralama işinin yapıldığını farz edelim ve bir N sayısını aşağıdaki gibi tarif edelim. E cümlesinin n inci sayısının n inci ondalığı,

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

olursa, N'nin n inci ondalığı:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 1, 1

olacaktır.

Görüldüğü üzere, N, E nin n inci sayısına eşit değildir, n ise herhangi bir sayı olduğundan N, E ye ait değildir. Bununla beraber sonlu sayıda kelimelerle tarif ettiğimizden ötürü N nin bu cümleye ait olması gerekecektir.

Daha ilerde göreceğiz ki Richard'ın kendisi de büyük bir anlayışla paradoksunu açıkladı ve bu açıklaması, başka benzer paradokslara da, *değiştirilmesi gerekenleri değiştirerek*, teşmil olunabilir. Russell bir hayli eğlenceli başka bir antinomiye zikreder.

Yüzden aşağı olmıyan Fransızca kelimelerle kurulmuş bir cümle ile tarif olunamıyan en küçük tam sayı nedir?

Bu sayı vardır, gerçekte de böyle bir cümle ile tarif edilmeye elverişli sayılar elbette sonlu sayıda-

dırlar, çünkü Fransız dilindeki kelimelerin sayısı sonsuz değildir; öyle ise bunlar arasında bir tanesi var ki bütün öbürlerinden daha küçüktür. Bir yandan da, bu sayı yoktur. Çünkü onun tarifi çelişmeyi tazammun eder. Bu sayı, gerçekte, yüz kelimedен aşağı Fransızca kelimelerle teşkil edilen italik harflerle gösterilen cümle ile, tarif edilmiş bulunuyor; tarif gereğince de bu sayının benzer bir cümle ile tarif edilememesi gerekecektir.

VI

Zigzag-Theory ve Noclax-Theory

Bu çelişikliklerin karşısında Russell'in durumu nedir? Bizim sözünü ettiklerimizi tahlil ve daha başkalarını zikrettikten ve bunlara Epimenides'i hatırlatan bir şekil verdikten sonra, şu sonucu çıkarmakta tereddüd etmiyor:

"A propositional function of one variable does not always determine a class." Bir propozisyonel fonksiyon (yani bir tarif) daima bir sınıf tâyin etmez. Bir "propozisyonel fonksiyon" veya "norm", "predikatîf olmıyan" olabilir. Bu da bu predikatîf olmıyan önermelerin boş bir sınıf, bulunmıyan bir sınıf tâyin ettikleri demek değildir; bu tarife uyan ve sınıfın unsurlarından biri olabilen x in hiçbir değeri olmadığını söylemek değildir. Unsurlar vardır, ama bir sınıf teşkil etmek için bir sendikaya girmek hakkını haiz değildirler.

Fakat bu başlangıçtan başka bir şey değildir. Bir tarifin predikatif olup olmadığını bilebilmelidir; bu meseleyi çözmek için Russell:

- A. The Zigzag-theory;
- B. The Theory of limitation of size;
- C. The no classes theory,

adını verdiği üç teori arasında tereddüd ediyor,

Zigzag-theory'ye göre: "Tarifler (propozisyonel fonksiyonlar) pek basit oldukları zaman bir sınıf tâyin ederler ve ancak karışık ve müphem oldukları zaman bu tâyini yapamazlar." Şimdi bir tarifin kabul olunabilmesi için yetecek kadar basit sayılabiliş sayılamıyacağını kim takdir edecektir? Bu soruya cevap yok ama, mertçe tam bir iktidarsızlık itirafı var: "Bu tariflerin predikatif olup olmadıklarını bilmeye elveren kaideler son derece karışık olacaklar, hiçbir kabule değer bir sebep ile tavsiye olunamazlar. Bu bir noksandır ki bunlar fazla bir maharet ile veya henüz gösterilmiyen ayırtları kullanarak giderilebilir. Fakat buraya kadar, bu kaideleri ararken çelişiklik yokluğundan başka nâzım bir ilke bulamadım."

Demek, bu teori pek müphem kalıyor; bu gecede, bir tek ışık; o da Zigzag kelimesidir. Russell'in "Zigzag-giness" adını verdiği şey, şüphe' yok, Epi-menides'in delilini ayırdeden bu hususi karakterdir.

Limitation of size teoisine göre, bir sınıf çok geniş olduğu zaman var olmak hakkından mahrum kalır. Belki sonsuz olabilecektir, ama sonsuz olmasının fazla olması gerekmiyecektir. Fakat biz her za-

man aynı zorlukla karşılaşılıyor; hangi belli bir anda o sonsuz olmaya başlayacaktır? Şüphe yok, bu zorluk çözülmemiş, Russell de üçüncü teoriye geçmiştir.

No classes theory'de sınıf kelimesini kullanmak yasak edilmiştir. Bu kelimenin yerine türlü mecazi deyimler konulması gerekir. Sınıflardan ve sınıfların sınıflarından başka bir şeyden bahsetmiyen lojistikçiler için ne değişiklik! Bütün lojistiği yeniden yapmak gerekecek. İçinde sınıfın bahis konusu olduğu bütün önermeler ortadan kaldırılınca bir lojistik sahifesinin halinin ne olacağı akla getirildi mi? Bembeyaz bir sahife ortasında darmadağın birkaç önerme kalıntısından başka bir şey bulunmayacaktır. *Apparent rari nantes in gurgite vasto*. Ne olursa olsun Russell'in tereddütlerinin ne olduğu, buraya kadar kabul ettiği temel ilkeleri mâruz bırakacağı değişiklik görülür. Bir tarifi çok karışık, veya çok geniş olup olmadığını anlamak için birtakım ölçüler gerekecektir, bu ölçüler de ancak sezgiye başvurmakla doğrulanabileceklerdir.

İşte Russell'in sonunda temayül ettiği bu no classes teorisidir.

Her ne olursa olsun, lojistiğin yeniden yapılması lâzımdır. Kendinden neler kurtarabileceği pek bilinmiyor. Yalnız Cantorisme ile lojistiğin bu işe dahil olduklarını ilâve etmek faydasızdır. Herhangi bir şeye yarıyan gerçek matematik kendi dışında hüküm süren fırtınalarla uğraşmaksızın kendi öz ilkelerine göre gelişmeye devam edebilecek, ve kesin olan ve asla terk olunmaları gerekmeyen alışılmış fütühatına adım adım devam edecektir.

VII

Gerçek Çözüm

Bu türlü teoriler arasında nasıl bir seçme yapmalıyız? Bana öyle geliyor ki bu çözüm daha yukarıda sözünü ettiğim *Revue générale des Sciences*, 30 Juin 1905 te bulunacak olan, Richard'ın bir mektubunda mevcuttur. Richard antinomisi adını verdiği-miz antinomi-yi verdikten sonra açıklamasını yapıyor.

Paragraf VIII de bu antinomi hakkında dediklerimize dönelim; E, E cümlesi kavramının kendisini işe karıştırmadan sonlu sayıda kelimelerle tarif olunabilen bütün sayıların cümlesidir. Yoksa, E nin tarifinde bir fasit daire bulunacaktır. E, E' cümlesinin kendisiyle tarif olunamaz.

Halbuki biz N yi sonlu sayıda kelimelerle tarif ettik, doğrudur; fakat bunu E cümlesi kavramı üzerine dayanarak yaptık. İşte bunun için, N, E ye dâhil değildir.

Richard tarafından seçilen misalde, sonuç tam bir apaçıklıkla kendini gösteriyor ve apaçıklık, mektubunun metnine başvurulduğu zaman daha büyük görünecektir. Fakat aynı açıklama, gerçekleşmesi kolay olduğu üzere, öbür antinomiler için de muteberdir.

Böylece predikatif olarak sayılmaması gereken tarifler, içinde bir fasit daire bulunanlardır. Yukarıda geçen misaller de bununla ne anladığımı yetecek kadar gösterirler. Acaba Russell'in "Zigzag-giness" adını verdiği şey bu mu? Çözmeden meseleyi ortaya koyuyorum.

VIII

Tümevarım İlkesinin İspatları

Şimdi tümevarım ilkesinin sözde ispatlarını ve hususiyle Whitehead'in ispatları ile Buruli-Forti'ninkini inceleyelim.

İlkin Whitehead'inkinden bahsedelim ve son muhtırasında Russell'in uygun bir şekilde işe karıştırdığı yeni bazı deyimlerden faydalanalım. Sıfırı ihtiva eden ve n yi ihtiva ettiği takdirde de $n + 1$ i ihtiva eden her sayı sınıfına *kayıtlılık sınıf* adını verelim.

Bütün kayıtlılık sınıfların içine giren her sayıya *tümevarımlık sayı* adını verelim. Whitehead'in ispatında esaslı bir rol oynayan bu son tarif hangi şart altında predikatif; bunun sonucu olarak, kabule değer olacaktır.

Yukarda geçenlere göre, *bütün* kayıtlılık sınıflardan kendi tariflerine tümevarımlık sayı kavramının girmediği bütün sınıfları anlamak gerekir.

Yoksa antinomileri doğuran fasit daireye düşülür. Halbuki Whitehead bu tedbiri almadı. Whitehead'in istidlali, demek, fasittir; antinomilere götüren aynı istidlaldır; yanlış sonuçlar verdiği zaman meşru değildi. Tesadüfi olarak, doğru bir sonuca götürdüğü zaman da gayrimeşru kalır.

Bir fasit daireyi ihtiva eden bir tarif hiçbir şey tarif etmez. Tarifimize hangi mânayı verirse verelim, hiç değilse, tümevarımlık savıların sınıfına ait olan sıfır bulunduğundan eminiz, demek hiçbir şeyi

yaramaz; bu sınıfın boş olup olmadığını değil, onun kesin olarak sınırlandırılabilip bilinmeyeceğini bilmek gerekmektedir. "Predikatif olmayan" bir sınıf boş bir sınıf değil, sınırı belirsiz olan bir sınıftır.

Bu hususi itirazın bütün ispatlara tatbik olunan umumi itirazları devam ettirdiğini ilâve etmek faydasızdır.

IX

Burali-Forti, le Classi finite (*Atti di Torino* t. XXXII) adlı makalesinde başka bir ispat verdi. Ama o da iki postulat kabul etmek zorundadır:

Birincisi, en az sonsuz bir sınıfın var olmasıdır;

İkincisi şu şekilde beyan olunur:

$$a \in K (K - \{a\}) \cdot \emptyset \cdot a < \cup a$$

Birinci postulat ispat edilecek ilkeden daha apaçık değildir; ikincisi apaçık olmadıktan başka yanlış-tır da. Whitehead'in gösterdiği gibi, zaten politeknik okuluna hazırlanan ufaktefek bir öğrencinin ilk bakışta farkında olacağı üzere, aksiyom anlaşılabilir bir dilde beyan edilseydi, birçok nesnelerle teşkil edilebilen kombinezonların sayısı bu nesnelerin sayısından daha küçüktür demek olurdu.

X

Zermelo'nun Aksiyomu

Meşhur bir ispatta Zermelo şu aksiyoma dayanıyor:

Herhangi bir cümlede (veya hattâ bir cümleler cümlesinin cümlelerinden her birinde) biz bir unsuru

(velev ki bu cümlelerin cümlesi sonsuz sayıda cümleleri ihtiva etse de) *rasgele* her zaman seçebilirsiniz. Bu aksiyom beyan edilmeden bin bir kere tatbik olunmuştu, fakat beyan olunur olunmaz, bir sürü şüphelere yol açtı. Borel gibi bazı matematikçiler bunu kesin olarak reddederler. Bir kısmı da beğenirler. Russell'in son makalesine göre bu hususta ne düşündüğünü görelim.

O hiçbir hüküm vermiyor, fakat içine daldığı mülâhazalar pek telkin edicidir.

İlkin pitoresk bir misal verelim, ne kadar tam-sayı varsa o kadar çift fotinlerimiz olduğunu farz edelim; öyle ki çiftleri 1 den sonsuza kadar numaral-yabilelim; kaç fotinimiz olacaktır? Fotinlerin sayısı çiftlerin sayısına eşit olacak mıdır? Her bir çiftte sağ fotin sol forinden ayırdolunursa, evet. Gerçekte $2n - 1$ numarasını n inci çiftin sağ fotinine vermek yetecektir. Sağ fotin sol fotine benzyorsa, hayır; çünkü böyle bir işlem imkâsızlaşacaktır. Meğer ki Zermelo'nun aksiyomu kabul olunsun, çünkü o zaman her çiftte sağ olarak alınacak fotin *rasgele* seçilebilecektir.

XI

Sonuçlar

Analitik mantığın ilkeleri üzerine gerçekten kurulmuş olan bir ispat ardardınca gelen birtakım önermelerden teşekkül edecektir. Öncül işini gören bir kısmı özdeşlikler veya tarifler olacaktır; öbür kısmı da adım adım ilerliyerek birincilerden çıkarılacaktır;

fakat her bir önerme ile sonraki önerme arasındaki bağın doğrudan doğruya farkına varılsa da birinciden, yeni bir hakikat gibi almaya kalkışabilecek olan sonuncuya nasıl geçilebildiği hemen görülmeyecektir. Ama burada yer alan türlü türlü deyimlerin yerine ardardınca tarifleri konulursa bu işlem gücün yettiği kadar ileri götürülürse, sonunda özdeşliklerden başka bir şey kalmıyacaktır. Öyle ki hepsi büyük bir totolojiye müncer olacaktlardır. O halde sezgi tarafından verimleştirilmedikçe mantık kısır kalır.

İşte, vaktiyle yazdığım da budur; lojistikçiler aksini söylüyorlar ve bunu yeni hakikatlerle fiili olarak ispat ederek tasdik ettiklerini sanıyorlar. Hangi mekanizma ile?

Şimdi tasvir ettiğim yöntemi istidlâllerine tatbik ederek, yanı tarif edilen terimlerin yerine tariflerini koyarak, niçin bunların bayağı istidlâller gibi özdeşlikler haline girdikleri görülmüyor? Çünkü bu yöntem onlara uygulanamaz. Ama niçin? Çünkü tarifleri predikatif olmyanlardır ve daha yukarda işaret ettiğim şu gizli fasit daireyi gösterirler; predikatif olmyan tarifler, tarif edilen terimin yerine konulamazlar. Bu şartlar altında *lojistik artık verimsiz değil, antinomi doğurur*.

İşte aktüel sonsuzun varlığına inançtır ki bu predikatif olmyan tarifleri doğurmuştur. Fikrimi açayım: daha yukarda verilen nusallerde görüldüğü gibi, bu tariflerde de *bütün* kelimesi yer almaktadır. *Bütün* kelimesinin, sonsuz sayıda nesneler bahis konusu olduğu zaman açık bir mânası vardır: bir manası daha olması için, nesneler sonsuz sayıda olduk-

Bence, mesele şüpheli olmaktan uzaktır; aktüel sonsuza inanç, Russell mantığında esastır. Bunu zaten Hilbert mantığından ayırdeden de budur. Hilbert, açıkça Cantor antinomilerini önlemek için kaplam (l'extension) bakımını tutuyor; Russell ise işlem (la comprehension) bakımını tutuyor. Bunun sonucu olarak, cins neviden öncedir. *Summum genus* da bütünden öncedir. *Summum genus* sonlu olsaydı bunun bir mahzuru yoktu; ama sonsuz ise sonsuzu sonludan önce koymak, yani sonsuza aktüel diye bakmak gerekir.

Bizim de elimizde yalnız birtakım sonsuz sınıflar yok; kavramı yeni birtakım şartlarla sınırlandırarak cinsten ne'e geçtiğimiz zaman bu şartlar yine sonsuz sayıdadır. Çünkü umumi olarak, göz önünde tutulan nesne sonsuz bir sınıfın bütün nesneleriyle filân veya falan münasebeti gösterdiğini ifade ederler. Fakat bu da eski bir hikâyedir. Russell tehlikeyi gördü ve yapacağı üzerinde düşünecektir. Her şeyi değiştirecek; ama iyi anlaşılın: o sade vaktiyle yasak edilen birtakım işlemlere elveren birtakım yeni ilkelr katmaya kalkmıyor, vaktiyle meşru saydığı işlemleri yasak etmeye hazırlanıyor. Yaktığına tapmakla yetimsemiyor, taptığını yakmaya kalkıyor. Bu ise daha tehlikelidir. O yapıya yeni bir kanat ilâve etmiyor, onun temellerini yıkıyor.

Eski lojistik ölmüştür. O derece ki Zigzag-theory ile no classes theory daha şimdiden mirası için mücadele ediyorlar. Yeni mantık hakkında bir hüküm vermek için onun vücut bulmasını bekliyeceğiz.

ÜÇÜNCÜ KİTAP

YENİ MEKANİK

BÖLÜM I

MEKANİK VE RADYUM

I

Giriş

Newton'dan beri fizik bilimine temel vazifesini gören ve sarsılmaz görünen dinamiğin umumi ilkeleri bırakılmak, veya hiç değilse esaslı bir şekilde değiştirilmek üzere midirler? İşte birkaç yıldan beri birçok kimselerin kendi kendilerine sordukları şey budur. Radyumun keşfi, onlara göre, en sağlam sanılan şu bilim akidelerini altüst edecektir: bir yandan, madenlerin transmutasyonunun imkânsızlığı; bir yandan da, mekaniğin temel postülatları. Belki bu yenilikleri kesin olarak kurulmuş saymakta ve dünkü putlarımızı parçalamakta fazla acele edildi; belki bir tarafı tutmadan, daha çok sayıda ve daha müspet birtakım denemeleri beklemek uygun olacaktır. Bugünden, yeni doktrinleri ve bunların dayandıkları, daha şimdiden pek ciddi görünen, delilleri bilmek daha az gerekli değildir.

İlkin bu ilkelerin neden ibaret olduklarını birkaç kelime ile hatırlatalım.

A. Tek başına bırakılmış ve her türlü dış kuvvetin tesirlerinden uzak maddi bir noktanın hareketi doğru, düzgün bir harekettir. İşte bu eylemsizlik ilkesidir: kuvvetsiz ivme yoktur.

B. Hareket halinde bulunan bir noktanın ivmesi, bu noktanın tâbi olduğu bütün kuvvetlerin bileşkesi ile aynı doğrultudadır ve bu bileşkenin hareket halindeki noktanın *kütlesi* adı verilen bir kat-sayı ile bölümüne eşittir.

Hareket halindeki bir noktanın, bu suretle tarif edilen kütlesi, sabit bir kemiyettir; bu nokta tarafından kazanılan hız tâbi değildir, kuvvet hızı paralel kalmakla beraber, sadece noktanın hareketini hızlandırmaya veya geciktirmeye, yahut, aksine olarak, bu hızı ait doğrultuda kaldığı halde, bu hareketi sağa veya sola saptırmaya — yani yörüngeyi *egriletmeye* — çalıştığı zaman, kütle aynı değeri muhafaza eder.

C. Bir maddi noktaya tesir eden bütün kuvvetler başka maddi noktaların tesirinden hâsıl olurlar; ancak bu muhtelif maddi noktaların izafi durumları ile hızlarına tabidirler.

B ile C ilkelerini birleştirerek *görelilik hareket ilkesine* varılır; bu ilke gereğince bir sistemin hareket kanunları ister bu sistem değişmez eksenlere nispet olunsun, ister doğru ve düzgün bir paralel kaydırma hareketini yapan hareket halindeki eksenlere nispet olunsun, aynıdır; öyle ki hareket halinde bulunan

böyle eksenlere göre mutlak hareket ile görelilik hareketi ayırtetmek imkânsızdır.

D. Bir A maddi noktası bir başka B maddi noktasına tesir ederse B cismi A üzerine tesir yapar ve bu iki eşit ve karşılıklı zıt kuvvettir. *Bu tesirle karşı tesirin eşitlik ilkesi'dir veya daha kısaca reaksiyon ilkesi'dir.*

Astronomik gözlemler, en alışılan fizik olgular bu ilkelere tam, değişmez ve pek açık bir teyidi sağlar görünürler. Şimdi, buna doğrudur denilmektedir. Fakat bunun sebebi ancak küçük hızlar üzerinde çalışılmış olmasıdır. Sözelimi, en hızlı gezeğen olan Merkür, hiçbir zaman saniyede 100 kilometreden fazla hızla hareket etmiyor. Bu yıldız bin defa hızla hareket etseydi durumu yine aynı olur muydu? Görülüyor ki bunda kaygılanacak bir şey yoktur; otomobilimizin ilerlemeleri ne olabilirse olsun, dinamiğin klâsik ilkelerini makinelerimize tatbik etmekten vazgeçmek gerekmezden önce daha çok uzun zaman glip geçecektir.

O halde, sözelimi, ışık hızının onda biri ve üçte birine eşit veya bu hıza daha yaklaşan, Merkür'ün hızlarından bin defa daha büyük olan hızları gerçekleştirmeye nasıl muvaffak olundu? Bu, katodik ışınlarla ve radyum ışınlarıyla olmuştur.

Radyumun, üç Yunan harfi α , β ve γ ile gösterilen üç türlü ışın yaydığı biliniyor; aşağıda, kastî olarak zıddı söylenilmedikçe, daima katodik ışınlara benzer β ışınlarının sözü edilecektir.

Katodik ışınların keşfinden sonra, iki teori karşı karşıya bulunmaktadır. Crookes, olguları haki-

ki bir molekül bombardımanına; Hertz ise eterin hususi dalgalanmalarına atfediyordu. Bu, fizikçilerin ışık konusunda bir yüzyıldan beri birbirinden ayıran tartışmanın tazelenmesiydi; Crookes ışın hakkında bırakılan yayılım (l'émision) teorisini yeniden ele alıyordu; Hertz ise dalgalar teorisini tutuyordu. Olgular Crookes'a hak verir gibi görünüyor.

İlkin, katodik ışınların kendileriyle birlikte negatif bir elektrik yükü taşıdıkları kabul olundu; bu ışınlar bir manyetik alanla bir elektrik alanı tarafından saptırılmışlardır; bu sapmalar da muhakkak olarak, çokça elektrikle yüklü ve büyük bir hızla harekette bulunan projektiller üzerinde bu aynı alanların vücuda getiren sapmalardır. Bu iki sapma iki miktara tabidirler: bir yandan hız; bir yandan da projektilin elektrik yükünün, kütlesine oranıdır. Ne bu kütlenin mutlak değeri, ne de yükün değeri bilinemez. Ama sadece oranları bilinir. Hızı değiştirmeden gerçekte hem yük, hem de kitle iki misline çıkarılırsa projektili saptırmaya çalışan kuvvet de iki misli olacaktır. Fakat kütlesi de iki misli olduğundan gözlenebilir ivme ve sapma değişmiyeceklerdir. İki sapmanın gözlemi, demek, bize bu iki bilinmeyenî tâyin etmek için iki denklem sağlayacaktır. Saniyede 10.000 den 30.000 kilometreye kadar bir hız elde olunur; yükün kitleye olan oranına gelince, bu oran çok "büyüktür. O, elektrolize hidrojen iyonuna ait karşılık oranla kıyaslanabilir; o zaman bir katodik projektilin, bir elektrolitte bulunan eşit miktardaki hidrojen kütlesinin naklettiğinden bin defa daha ziyade elektrik naklettiği görülür.

Bu görüşleri teyit için, böyle hesaplanmış hızla kıyaslanacak olan bu hızın doğrudan doğruya ölçülmesi gerekecektir. Thomson'un eski denemeleri yüz defadan daha da çok zayıf birtakım sonuçlar vermişti, ama bunlar bazı yanlışla sebeplerine mâruzlardı. Mesele Viechert tarafından Hertz titreşimlerinin kullanıldığı bir dispozitif'te yeniden ele alındı; hiç olmazsa bu yükün derecesi kadar, teori ile uygunluk halinde olan birtakım neticeler elde olundu; bu denemeleri yeniden ele almakta büyük bir fayda vardır. Her ne olursa olsun, dalgalar teorisi bu olgular bütününü anlamak hususunda iktidarsız görünüyor.

Radyumun ışınları üzerinde yapılan aynı hesaplar 100.000, 200.000 ve hattâ daha fazla olmak üzere daha da büyük hızları verdiler. Bu hızlar bizim bildiğimiz bütün hızları pek çok geçmişlerdir. Gerçekten, ışık, uzun zamanlardan beri bilindiği üzere, saniyede 300.000 kilometre gidiyor; ama bir madde nakli değildir. Halbuki katodik ışınlar için, yayılım teorisi kabul olunursa, bahis konusu olan hızlarla gerçekten hareket halinde olan maddî moleküller bulunacaktır ve mekaniğin uygulanıp uygulanmayacağını araştırmak uygundur.

II

Dikliğine Kitle ve Genişliğine Kitle

Elektrik akımlarının indüksiyon olgularını ve hususiyle *self-indüksiyon* olgularını meydana getirdiği biliniyor. Bir akım arttığı zaman, bu akıma karşı

gelen, self-indüksiyonun elektromotor kuvveti hâsıl olur. Bunun aksine olarak, akım azaldığı zaman self-indüksiyon elektromotor kuvveti akımı muhafaza etmeye çalışır. O halde self-indüksiyon akım şiddetinin her türlü değişimine karşı koyar; tıpkı mekanikte, cismin eylemsizliğinin hızının her türlü değişimine karşı koyduğu gibi. *Self-indüksiyon hakiki bir eylemsizliktir.* Her şey sanki akım, çevreliyen *esir*'i harekete getirmeksizin kurulanıyormuş ve bu *esir*'in eylemsizliğine, netice itibariyle, bu akımın şiddetini sabit tutmaya çalışıyormuş gibi cereyan ediyor. Akımı meydana getirmek için bu eylemsizliği yenmek gerekecektir, bunu aynı zamanda kesmek için de yapmak gerekecektir.

Negatif elektrik yüklü mermi yağmuru olan bir katodik ışın, bir akıma benzetilebilir. Şüphe yok, bu akım, hiç değilse, ilk bakışta, âdi kondüksiyon akımlarından, yani maddenin hareketsiz olduğu ve elektriğin madde içinde dolaştığı akımlardan farklıdır. Maddi bir vasıtaya bağlı olarak elektriğin bu vasitanın hareketiyle taşındığı bir *konveksiyon akımı*'dir. Fakat Rowland konveksiyon akımlarının kondüksiyon akımları gibi aynı mağnetik tesirleri meydana getirdiklerini ispat etti. Bunların aynı zamanda aynı indüksiyon tesirlerini de meydana getirmeleri gerekir. İlk bu böyle olmazsa, enerjinin muhafazası ilkesi bozulmuş olacaktır. Esasen Creminieu ile Pender bu indüksiyon tesirlerini *doğrudan doğruya* meydana koydukları bir metodu kullandılar.

Bir katodik korpüskülünün hızı değiştiğinde karşılığı olan akımın şiddeti de değişecektir; ve bu de-

ğişime karşı koyan birtakım self-indüksiyon tesirleri hâsıl olacaktır. Bu korpüsküller, demek, iki eylemsizliğe sahibolmak zorundadırlar: ilkin kendi öz eylemsizlikleri, sonra aynı tesirleri husule getiren self-indüksiyondan ileri gelen görünürdeki eylemsizlik. O halde bu korpüsküllerin kendi reel kitleleriyle elektromanyetik asıldan gelen itibari bir kitleden teşekkül eden görünürdeki topyekûn bir kitlesi olacaktır. Hesap gösterir ki, bu itibari kitle hız ile değişir ve self-indüksiyonun eylemsizlik kuvveti projektilin hızı ivdiği zaman veya yavaşladığı zaman veya saptığı zaman aynı değildir; o halde görünür topyekûn eylemsizlik kuvveti için de bu böyledir.

Görünür topyekûn kitle, korpüsküle tatbik edilen reel kuvvet hızına paralel olduğu ve hareketi hızlandırmaya çalıştığı zaman, veya bu hıza dik olduğu ve onun doğrultusunu değiştirmeye çalıştığı zaman da aynı değildir. O halde *dikliğine topyekûn kitle* ile *genişliğine topyekûn kitle*'yi birbirinden ayırdetmek gerekir. Bu iki topyekûn kitle, esasen hıza bağlıdırlar. İşte Abraham'ın teorik çalışmalarından çıkan netice budur.

Bundan önceki bölümde sözünü ettiğimiz ölçmelerde, iki sapmayı ölçerken tâyin olunan şey nedir? Bir yandan, hız; bir yandan ya, yükün *genişliğine topyekûn kitle*'ye olan oranıdır. Bu şartlar altında, bu topyekûn kitle de, reel kitle payı ile elektromanyetik itibari kitlenin payını nasıl ayırmalı? Elde sırf katodik ışıklardan başka bir şey olmasaydı, bunu hatıra bile getirmemek gerekirdi. Fakat, hele şükür, elde, gördüğümüz gibi, hatırı sayılırcasına daha çabuk

olan radyum ışınları vardır. Bu ışınların hepsi birbirinin aynı değildir ve aynı bir manyetik ve elektrik alanının tesiri altında aynı halde bulunmazlar. Elektrik sapmanın manyetik sapmanın bir fonksiyonu olduğu görülür ve iki alanın tesirine mâruz olan bir takım radyum ışınları bir hassas plâk üzerine alarak bu iki sapma arasındaki münasebeti gösteren eğrinin fotoğrafı alınabilir. Yükün görünür topyekûn kitleye olan oranı ile — ki bizim ϵ adını verdiğimiz orandır — hız arasındaki münasebeti çıkaran Kaufmann'ın yaptığı da işte budur.

Belli bir hız ile, belli bir yük ile ve belli bir kitle ile karakterize edilen birçok ışın nevelerinin bulunduğu farz olunabilir. Fakat bu hipotez gerçeğe pek az yakındır. Gerçekte aynı kitlenin bütün korpuskülleri hangi sebeple aynı hızı alacaklardır? *Reel* kitle gibi yükün de bütün projektiller için aynı olduklarını ve bu projektillerin ancak hızlarıyla farklı olduklarını fark etmek daha tabiidir. ϵ oranı hızın bir fonksiyonu ise, bunun sebebi reel kitlenin hız ile değişmesi değil, elektromanyetik itibari kitle bu hıza tâbi olmakla, biricik gözlenebilen kitle olan görünür topyekûn kitle hıza tâbi olmak zorundadır; her ne kadar reel kitle buna tâbi değil ve sabit ise de...

Abraham'ın hesapları bize *itibari* kitlenin hızın fonksiyonu olarak değiştiğini ifade eden kanunu bildirir; Kaufmann'ın denemesi bize *topyekûn* kitlenin değişme kanununu bildirir. Bu iki kanunun mukayesesi bizim *reel* kitlenin topyekûn kitleye olan oranını tâyin etmemize elverecektir.

Kaufmann'ın bu oranı tâyin etmek üzere kullandığı metot işte budur. Netice akıllara hayret vermektedir: *reel kitle yoktur.*

Böylece tamamiyle beklenilmedik anlayışlara varılmış olduğu görülür. Ancak katodik korpüsküller için ispat edilen şey bütün cisimlere teşmil olundu. Bizim kitle adını verdiğimiz şey bir görünüşten başka bir şey olmayacaktır. Her eylemsizlik, elektromanyetik asıldan olacaktır. Fakat o zaman da kitle artık sabit olmayacak, hız ile çoğalacaktır; saniyede 1.000 kilometreye kadar çıkabilen hızlar için hiss olunacak derecede sabit olarak, sonra da artacak ve ışığın hızı için sonsuz olacaktır. Genişliğine kitle artık dikliğine kitleye eşit olmayacaktır: onlar, hız çok büyük olmadığı zaman, aşağı yukarı eşit olacaklardır. Mekanığın B ilkesi doğru olmayacaktır.

II

Kanal - Işınları

(Pozitif ışınlar)

Vardığımız bu noktada, çıkarılan sonuç vakitsiz gibi görünebilir. Ancak maddenin bir emanasyonundan başka bir şey olmayın, belki de hakiki madde olmayın bu kadar hafif korpüsküller için ortaya konulmuş olanı bütün maddeye tatbik etmek mümkün müdür? Fakat bu meseleyi incelemezden önce, başka ışınlar hakkında bir iki kelime söylemek zaruridir. *Kanal ışınlarından* — Goldstein'in *Kanalstrahlen* adı-

nı verdiği ışıklardan — bahsetmek istiyorum. Katot, negatif elektrikle yüklü katodik ışınlarla müterafık olarak pozitif elektrikle yüklü kanal ışınlarını çıkarır. Umumi olarak bu ışınlar katot tarafından itilmediklerinden, onun hemen yakınlıklarına kadar varır dayanırlar; orada görülmesi pek de kolay olmıyan ve katot kılıfı tabir olunan bir tabaka teşkil ederler; fakat katot delikli ise ve rüpu hemen hemen tamamiyle tıkiyorsa bu ışınlar katodun gerisinde, katot ışınlarının ters yönünde yayılırlar ve o zaman bunları incelemek mümkün olur. Bu suretle onların pozitif yüklü olduklarını ortaya koymak, ve katot ışınları halinde olduğu gibi, bunlarda da — zayıf olmakla beraber — mağnetik ve elektrik sapların varlığı gösterildi.

Radyumda pozitif ışınlara benzeyen, ve nispeten daha çok soğurulabilen, α ışınları adlı ışınlar yapar.

Katot ışınları halinde olduğu gibi bunlarda da iki türlü sapma ölçülür ve bundan taneciklerin hızı ve e oranı çıkarılabilir. Neticele katot ışınları halinde olduğundan daha az sabittir, aynı zamanda hız ve e oranı da daha küçüktürler; pozitif korpüsküller negatif korpüsküllerden daha az yüklüdürler; veya, yükler eşit ve ters işaretli oldukları halde pozitif korpüsküllerin daha büyük kütleli olduklarını kabul etmek tabii olur. Bir kısmı pozitif, bir kısmı da negatif olarak yüklü olan bu korpüsküller *elektron* adını alırlar¹.

¹ Bugün sadece negatif elektrikle yüklü olanlara *elektron* denilmektedir. (Çev.)

IV

Lorentz Teorisi

Ama sadece elektronlar bize pek büyük hızlarla hareket eder göründükleri bu ışınlardaki varlıklarını göstermezler. Bunları birazdan pek farklı rollerde göreceğiz ve işte bellibaşlı optik ve elektrik olgularını anlamamıza yarıyacak olanlar da bunlardır. Bir kelime ile sözünü edeceğimiz parlak sentez Lorentz'e aittir.

Madde tamamiyle pek büyük yükleri taşıyan elektronlardan teşkil edilmiştir ve bize nötr gibi görünüyorsa bunun sebebi bu elektronların zıt işaretli yüklerinin birbiriyle denkleşmeleridir. Sözelimi, pozitif kocaman bir elektrondan kurulmuş bir nevi güneş sistemi tasarlanabilir; bu elektronun etrafında bu ortadaki elektronu dolduran zıt elektrikle çekilen birtakım negatif elektronlardan ibaret pek çok küçük gezegenler dolaşırlar. Bu gezegenlerin negatif yükleri bütün bu yüklerin cebirlik toplamı sıfır olacak şekilde bu güneşin pozitif yüküne denk olacaktır.

Bütün bu elektronlar eter içinde yüzecekler. Eter her tarafta aynı olacak ve birbiri üzerindeki sarsımları orada boşlukta Hertz titreşimlerinin veya ışığın tâbi olduğu aynı kanunlara göre yayılacaktır. Elektronlardan ve eterden başka hiçbir şey yoktur. Bir ışık dalgası elektronların pek çok miktarda bulunduğu eterin bir bölümüne girdiği vakit bu elektronlar eterin sarsımları tesiriyle hareket etmeye başlarlar ve bunun ardınca eter üzerine tesir ederler.

Kırılım (la refraction), dağılım (la dispersion), çift kırılım ve emme (l'absorption) böylelikle açıklanabilir. Bunun gibi, bir elektron da herhangi bir sebeple harekete başlarsa etrafındaki eteri karıştıracak ve birtakım ışık dalgalarını vücuda getirecektir; bu ise akkor halindeki cisimler tarafından ışık yayılımını açıklayacaktır.

Bazı cisimlerde, sözgelimi, madenlerde hareket-siz birtakım elektronlar vardır ki bunlar arasında bu metalik cisimden çıkmak ve onu dış boşluktan veya havadan, veya metalik olmıyan öbür cisimlerden ayıran yüzeyi geçmek müstesna, tam bir hürriyete sahibolarak hareket eden birtakım elektronlar dolaşacaklardır. Bu hareket eden elektronlar o zaman metalik cismin içinde gazlerin kinetik teorisine göre kapalı bulunduğu bir kabın içinde bir gazın moleküllerinin bulundukları durumda bulunurlar. Fakat bir potansiyel farkının tesiriyle, hareket eden negatif elektronların hepsi bir yana, hareket eden pozitif elektronlar da öbür yana gitmeye çalışacaklardır. Elektrik akımlarını vücuda getirecek olan da budur ve *işte bundan dolayı da bu cisimler nâkil olacaklardır*. Öbür yandan da, biz gazların kinetik teorisine benzerliğini kabul edersek, elektronlarımızın hızları ısı ne kadar yüksek olursa o kadar büyük olacaklardır. Bu hareket eden elektronlardan biri, atılamıyacağı bir yüzey olan metalik cismin yüzeyine rasladığı zaman kenara çarpan bir bilardo bilyası gibi yansıyacak ve hızı da hemen bir doğrultu değişimine uğrıyacaktır. Fakat bir elektron doğrultu değiştirdiği zaman, bizim daha ileride göreceğimiz

gibi, bir ışık dalgasının kaynağı olur ve bunun içindir ki ısıtılmış madenler akkor halindedir.

Öbür cisimler de, elektriği geçirmiyen ve şeffaf cisimler ve hareket eden elektronlar daha az büyük bir hürriyete sahiptir. Kendilerini çeken sabit elektronlara âdeta bağlı gibi kalırlar. Bunlardan ne kadar uzaklaşırlarsa bu çekim de o kadar büyük olur ve onları geriye götürmeye çalışır. Ancak küçük in-hiraflara duçar olabilirler; artık dönüp dolaşamazlar, ama sadece ortalama durumları etrafında titreşirler. İşte bu yüzden, bu cisimler nâkil olmayacaklardır; esasen çok defa şeffaf olacaklar ve ışık titreşimleri, titreşime elverişli olan hareket eden elektronlara geçeceğinden ve bundan da bir sarsım meydana geleceğinden ötürü ışığı kırıcı olacaklardır.

Bu hesapların tafsîlâtını burada veremem; yalnız bu teorinin bütün bilinen olguları açıkladığını ve Zeeman olgusu gibi yeni yeni olgular haber verdiğini söylemekle yetimsiyeceğim.

V

Mekanik Sonuçlar

Şimdi iki hipotezi göz önünde tutabiliriz:

1) Pozitif eletronların elektromanyetik itibarı kitlelerden daha büyük bir reel kitleleri vardır; ancak negatif elektronların reel kitleleri yoktur. İki işaretteki birtakım elektronlardan başka reel kitlelerinden başka bir kitleleri olmıyan nötr atomların bulunduğu da farz olunabilir. Bu halde, mekanik tehlike de de-

ğildir; kanunlarına dokunmaya ihtiyacımız yoktur; reel kitle sabittir; ancak hareketler self-indüksiyonun tesirleriyle altüst olmuşlardır; bu ise her zaman bilinen şeydir. Esasen, reel bir kitlesi olmadığından hakiki madde olmıyan negatif eletronlar müstesna, sarsımlar aşağı yukarı kaale alınmayabilirler.

2) Fakat başka bir bakımdan daha var; nötr atom bulunmadığı ve pozitif elektronların da negatif elektronlar gibi reel kitleden mahrum oldukları farz olunabilir. Ama o zaman da reel kitle ortadan kalkmakla, ya *kitle* kelimesinin hiçbir mânası kalmıyacak veya elektromanyetik itibari kitlesini göstermesi gerekecektir. Bu halde de, kitle artık sabit olmayacak, genişliğine *kitle*, dıklığına kitleye artık eşit olmayacaktır. Mekaniğin ilkeleri altüst olacaktırlar.

İlkin bir kelime ile açıklayalım. Aynı bir yük için pozitif elektronun *ıopyekûn* kitlesinin bir negatif elektronun kitlesinden çok daha büyük olduğunu söyledik. O zaman bu farkın açıklanmasını düşünmek tabiidir. Çünkü pozitif elektronların, itibari kitlesinden başka, bir de büyük bir reel kitlesi vardır; bu ise bizi birinci hipoteze götürecektir. Fakat reel kitlenin her iki elektron için de hiç olmadığı, ama pozitif elektronun itibari kitlesinin bu elektron daha çok küçük olduğundan ötürü daha büyük olduğu da kabul olunabilir; daha çok küçük, diyorum, gerçekte, bu hipotezde eylemsizlik yalnız elektromanyetik asıldan gelmektedir; o, eterin eylemsizliğine müncer olmaktadır; elektronlar kendiliklerinden hiçbir şey değildir; ancak eter içinde birtakım deliklerden başka bir şey değildir, eter bunların etrafında hareket

eder; bu delikler ne kadar küçük olurlarsa o kadar eter bulunacak; bunun sonucu olarak, eterin eylemsizliği büyük olacaktır.

Bu iki hipotezin hangisine karar vermeli? Kaufmann'ın ışınları üzerinde yaptığı gibi kanal ışınları üzerinde işliyerek mi? Bu imkânsızdır; bu ışınların hızı çok daha azdır. Muhafazakârlar bir yandan, yeninin dostları öbür yandan giderek herkes kendi mizacına göre mi karar vermeli? Belki; fakat yenilik yapanların delillerini iyice anlatmak için başka başka mülâhazalara başvurmak gerekir.

BÖLÜM II

MEKANİK VE OPTİK

I

Aberasyon

Bradley tarafından keşfolunan aberasyon olgusunun neden ibaret olduğu biliniyor. Bir yıldızdan çıkan ışık bir dürbüne gelinceye kadar belli bir zaman geçer. Bu zaman zarfında, dürbün yerle birlikte hareket ettiğinden, yerini değiştirmiştir. O halde, dürbün, yıldızın gerçek doğrultusuna yöneltilmişse, ışık objektife geldiği zaman görüntü, retikül tellerinin birleştiği noktada teşekkül edecek, fakat, ışık retikül düzlemine vardığı zaman bu birleşme noktası artık aynı noktada bulunmayacaktır. O halde, görüntüyü, retikül tellerinin kesiştikleri noktaya getirmek üzere dürbünün kimıldatılması gerekecektir. Bundan, astronomun, dürbününü ışığın mutlak hız doğrultusuna yani yıldızın gerçek konumu yöneltisine değil, fakat Yere nispetle ışığın izafi hız doğrultusuna, yani yıldızın zahiri konum yöneltisine yönelteceği sonucu çıkar.

İşığın hızı bellidir; o halde Yerin mutlak hızını hesabetmek imkânına sahibolduğumuz sanılabilir. (Ben şu mutlak kelimesi üzerinde biraz sonra fikrimi söyleyeceğim.) Bu hiç de böyle değildir; gözle-

mini yaptığımız yıldızın zahiri konumunu pekâlâ biliyoruz; ama onun gerçek konumunu bilmiyoruz: ışığın hızının değerini biliyor, doğrultusunu bilmiyoruz.

Yerin mutlak hızı doğru ve düzgün olsaydı biz hiçbir zaman aberasyon olgusundan şüphe etmiyecektik; ama o değişir; iki bölümden müteşekkildir: güneş sisteminin doğru ve düzgün olan hızı; bir de Yerin güneşe nazaran olan ve değişim gösteren hızı. Yalnız Güneş sisteminin hızı, yani sabit olan hız mevcut olsa idi, gözlemi yapılan doğrultu değişmiyecekti. Böylece gözlemi yapılan konum yıldızın *ortalama* görünen konumu adını alır.

Şimdi yerin hızının her iki bölümünü birden göz önünde tutalım. Ortalama zahiri konum etrafında küçük bir elips çizen şimdiki zahiri konumu elde edeceğiz, işte gözlemi yapılan bu elipstir.

Küçük miktarları kaale almayarak, bu elipsin boyutlarının ancak Yerin Güneşe göre hızının ışığın hızına oranına tâbi olduğunu göreceğiz, öyle ki ancak Güneşe göre Yerin *izafi* hızı işe karışmaktadır.

Bununla beraber, orada dur! Bu sonuç kesin değil, ancak yakınsaktır; tahmini biraz daha ileriye götürelim. Elipsin boyutları o zaman Yerin mutlak hızına tâbi olacaklardır. Türü yıldızlarda elipsin büyük eksenlerini mukayese edelim: Hiç değilse teorik olarak bu mutlak hızı tâyin etme yolunu elde edeceğiz. Belki bu ilkin sanıldığından daha az göze çarpacaktır; fakat gerçekte bir mutlak boşluğa göre hız değil, *tarif gereğince* mutlak sükûnet halinde sayılan eter'e göre hız bahis konusudur.

Esasen bu vasıta sırf teoriktir. Gerçekte, aberasyon pek güçtür; aberasyon elipsinin her türlü değişimleri daha da küçüktürler. Aberasyonu birinci dereceden kabul edersek değişimleri ikinci dereceden sayacağız: aşağı yukarı saniyenin binde biri kadar. Bu değişimlerin mutlak olarak bizim aletlerimiz farkına varamazlar. Nihayet, daha ileride, yukarda geçen teorinin niçin reddedilmesi gerektiğini ve hattâ aletlerimiz on bin defa daha hassas olsalar bile bu mutlak hızı niçin tâyin edemiyeceğimizi göreceğiz!

Başka bir vasıta düşünülebilir, gerçekte, düşünülmüştür de. Işığın hızı hava ile suda aynı değildir; kâh su dolu, kâh hava dolu bir dürbün ile görülen bir yıldızın görünen iki durumu kıyaslanamayacak mıdır? Sonuçlar negatif olmuşlardır; yansıma ve kırılmanın görünür kanunları yerin hareketiyle değişmemişlerdir. Bu olgunun iki açıklaması vardır:

1) Eter'in sükûnette değil, hareket halinde bulunan cisimlerle sürüklendiği, farz olunabilir. O zaman kırılma olgularının Yerin hareketiyle değişmeleri şaşılacak bir şey olmayacaktır. Çünkü prizmalar, dürbünler ve eter, hep birden aynı bir paralel kaydırma içinde hareket ederler. Aberasyonun kendine gelince, yıldızlararası mekânlarda sükûnet halindeki eterle, Yerin hareketiyle sürüklenen eterin ayrılma yüzeyinde vukubulan bir yeni kırılma ile açıklanabilir. Hertz'in hareket halinde bulunan cisimlerin elektrodinamiği hakkındaki *teorisi*'nin dayandığı işte bu hipotez (eterin topyekûn sürüklenmesi) dir.

2) Bunun aksine olarak, Fresnel eterin boşlukta mutlak sükûnette olduğunu, havanın hızı ne

olursa olsun, havada hemen hemen mutlak sükûnette olduğunu ve ışık kırıcı ortamlarla kısmen sürüklendiğini farz eder. Lorentz bu teoriye daha münasip bir şekil verdi. Ona göre, eter sükûnettedir, ancak elektronlar hareket halindedir. Yalnız eterin ilgili bulunduğu bu boşluk içinde, eterin hemen ilgili bulunduğu hava içinde, sürüklenme yoktur veya hemen hemen yoktur; sarsımın hem eterin titreşimleriyle, hem de eterin tesiriyle faaliyette bulunan elektronların titreşimleriyle husule geldiği ışık kırıcı ortamlarda dalgalanmalar kısmen sürüklenmiş bulunurlar.

İki hipotezden biri hakkında bir hüküm vermek için elimizde, birtakım genişim saçaklarının ölçümleriyle sükûnet halinde veya hareket halindeki su içinde olduğu gibi sükûnet halinde veya hareket halindeki havada da ışığın hızını mukayese eden Fizeau'nun tecrübesi vardır. Bu tecrübeler Fresnel'in kısmi sürüklenme hipotezini teyidettiler. Bunlar Michelson tarafından aynı sonuçlar elde edilmek üzere tekrar edilmişlerdir. *O halde Hertz teorisinin reddedilmesi gerekmektedir.*

II

İzafilik İlkesi

Fakat eter Yerin hareketiyle sürüklenmemişse optik olgular vasıtasıyla Yerin mutlak hızını, veya daha doğrusu, hareketsiz olan etere göre hızını açığa koymak mümkün müdür? Deneme mümkün olmadığı cevabını verdi; bununla beraber denemelik yöntemler mümkün olan bütün tarzlarda değiştirildi. Kul-

lanılan vasıta ne olursa olsun, hiçbir zaman görelilik hızlardan başka bir şey meydana çıkarılamıyacaktır. Bundan, başka maddi cisimlere göre bazı maddi cisimlerin hızlarını kastediyorum. Gerçekte, ışık kaynağı ve gözlem aletleri yeryüzünde iseler ve onun hareketine katılıyorlarsa denemenin verdiği sonuçlar, Yerin yörünge hareketinin doğrultusuna göre aletin yönelinmesi ne olursa olsun, her zaman aynı olmuştur. Astronomik aberasyon vukua gelirse bunun sebebi bir yıldız olan kaynağın gözlemciye göre harekette olmasıdır.

Buraya kadar yapılan hipotezler, *aberasyonun karesinin derecesinden çok küçük miktarlar kaale alınmazsa* bu umumi neticeyi tamamiyle açıklarlar. Açıklama, anlatmaya çalışacağım ve Lorentz'in işe karıştırdığı *mahallî zaman* (temps local) kavramına dayanır. Biri A da, öbürü B de yerleşmiş ve saatlerini optik işaretler yardımıyla ayarlamak isteyen iki gözlemci farz edelim. B nin saati belli bir saati gösterdiği zaman A ya bir işaret gönderecektir, A da saatini işareti gördüğü anda ayarlayacaktır. Yalnız bu şekilde hareket olunursa sistematik bir hata işlenecektir, çünkü ışık B den A ya gitmek için herhangi bir t zamanı sarf ettiğinden A nin saati B nin saatinden t zamanı kadar geç kalacaktır. Bu hatayı düzeltmek kolaydır. İşaretleri aynı zamanda karşılıklı olarak göndermek yeter. A nın da B ye işaretler yollaması gerekir ve bu yeni ayarlamaadan sonra A nin saatine göre t zamanı kadar geç kalacak olan B nin saati olacaktır. O zaman iki ayarlamamanın aritmetik ortalamasını almak yetecektir.

Fakat bu tarzda hareket ışığın A dan B ye gitmek için ve B den A ya dönmek için aynı zamanı sarf ettiğini farz eder. Gözlemciler hareket etmezlerse bu doğrudur; müşterek bir paralel kaydırma ile sürüklenmişeler bu doğru değildir. Çünkü o zaman, sözgelimi, B, A dan gelen ışığın önünde kaçtığı halde A, B den gelen ışığın önünde gidecektir. O halde gözlemciler müşterek bir paralel kaydırma içinde sürüklenmiş ve bundan şüphe etmiyorlarsa ayarları bozuk olacaktır; saatleri aynı zamanı göstermiyecektir. Bu saatlerden her biri bulunduğu noktaya uygun olan *mahallî zamanı* gösterecektir.

Hareket etmeyen eter onlara ancak aynı hızla giden birtakım ışık işaretlerini gönderebilirse, ve birbirlerine gönderilebilen öbür işaretler paralel kaymaları içinde kendileriyle birlikte hareket eden ortamlarla nakledilmişlerse bu iki gözlemcinin elinde bunun farkına varmak için hiçbir vasıta yoktur. Her birinin gözlemine yapacağı olgu kâh ileri, kâh geri olacaktır; ancak paralel kaydırma mevcut olursa aynı zamanda husule gelecektir. Fakat iyi ayarlanmamış bir saatle gözlemi yapılacağından, bunun farkına varılmıyacak ve görüşler değişmiyeceklerdir.

Bundan, aberasyonun karesi kaale alınmadıkça denkleşmenin açıklanmasının kolay olduğu sonucu çıkar ve uzun zaman, bunun farkına varabilmek için, denemeler çok az sıhhatle yapılmışlardır. Fakat günün birinde, Michelson çok daha nazik bir yöntem tasarladı: birtakım aynalar üzerine yansıdıktan sonra türlü türlü yollardan geçmiş olan birtakım ışınları girişme haline soktu; yollardan her biri bir met-

re yaklaşarak, ve girişme saçakları bir kesrin bir milimetrenin binde biri kadar farklarını tesbit etmeye elvererek, aberasyonun karesi artık kaale alınamazdı; *bununla beraber sonuçlar yine menfi olmuşlardır.* O halde teorinin tamamlanması gerekiyordu ve bu tamamlanma da *Lorentz ve Fitz-Gerald hipoteziyle* yapıldı.

Bu iki fizikçi, paralel kaydırma içinde hareket eden bütün cisimlerin paralel kaydirmaya dikey olan boyutları değişmez kaldıkları halde bu paralel kaydırma yönünde bir büzülmeye mâruz kaldıklarını fark ederler. *Bu büzülme bütün cisimler için aynıdır:* esasen aşağı yukarı Yer'in hızı gibi bir hız için yüz milyonda bir kadar küçüktür. Hattâ pek çok hassas olsalar da ölçme aletlerimiz esasen bunu meydana koyamıyacaklardır. Kendileriyle ölçtüğümüz aletler, gerçekte, ölçülecek nesnelerle aynı büzülmeye mâruzdur. Bir cisim bir metre üzerine tamamiyle tatbik olunursa, cisim ve bunun sonucu olarak metre Yer'in hareketi yönünde yöneltildiği zaman, başka bir yönde metre üzerine tatbik olunmaktan kalmıyacaktır, bu da her ne kadar cisim ve metre aynı zamanda hem yön, hem de uzunluk değiştirse de ve muhakkak değişme her ikisi içinde aynı olduğundan ötürü bu böyle olacaktır. Fakat biz bir uzunluğu metre ile değil de ışığın gelmek için sarf ettiği zamanla ölçersek bu aynı değildir. İşte Michelson'un yaptığı da tam budur.

Sükûnet halinde iken yuvarlak olan bir cisim, harekette olduğu zaman dönen basık bir elipsoit şeklini alacaktır; ama gözlemci daima onu yuvarlak sa-

nacaktır, çünkü onun kendisi de, tıpkı ona işaret noktası olmaya yarıyan bütün nesneler gibi, benzer bir şekil değişimine mâruz kaldı. Bunun aksine, kesin olarak yuvarlak kalan ışığın dalga yüzeyleri ona uzun elipsoitler gibi görüneceklerdir.

O zaman ne olacak? Paralel kaydırmada bir gözlemciyle bir kaynağın beraberce hareket ettiklerini farz edelim: kaynaktan çıkan dalga yüzeyleri, kaynağın birbiri ardınca durumlarını birtakım merkezler olarak alan birtakım küreler olacaklardır. Bu merkezin kaynağının şimdiki durumuna olan uzaklığı ışığın kaynağından çıkmasından itibaren geçen zamanla yani kürenin yarıçapı ile orantılıdır. Bütün bu küreler, demek, kaynağın şimdiki S durumuna göre birbirinin homotetikleridir. Fakat kısalma yüzünden bizim gözlemcimiz için, bütün bu küreler uzun elipsoitler gibi görünecekler ve bütün bu elipsoitlerde S noktasına göre homotetik olacaklardır; bütün bu elipsoitlerin dış merkezliği aynıdır ve sadece Yerin hızına bağlıdır. Kısalma kanunu, S noktası elipsoitin meridiyen kesitinin odağında olacak şekilde seçeceğiz.

Bu defa, denkleşme kesindir; bu ise Michelson denemesinin açıkladığı şeydir. Daha yukarda bayağı teorilere göre astronomik aberasyonun gözlemlerinin aletlerimiz bin defa daha hassas olsalardı, bize Yerin mutlak hızını bildirebileceklerini söyledim. Çıkarılan bu sonucu değiştirmek gerekir. Evet, gözlemi yapılan açılar bu mutlak hızın tesiriyle değişmiş olacaklar, fakat açılar ölçmekte kullandığımız taksimatlı daireler paralel kaydırma ile değişmiş olacaklardır: onlar

da birtakım elipsoitler olacaklardır; bundan ölçülen açı üzerinde bir hata husule gelecek ve *bu ikinci hata da birinciye tamamiyle telâfi edecektir.*

Bu Lorentz ve Fitz-Gerald hipotezi, ilk bakışta, pek olağanüstü görünecektir; şimdilik onun lehinde diyebileceğimiz, uzunluklar, ışığın gelmesi için sarf ettiği zamanlarla *tarif olunduğu* takdirde Michelson denemesinin denemelik sonucunun doğrudan doğruya ifadesinden başka bir şey olmadığıdır.

Her ne olursa olsun, görelilik ilkesinin umumi bir tabiat kanunu olduğu, tasarlanabilen hiçbir vasiata ile, görelilik hızlardan başkasını hiçbir zaman meydana koyamayacağı intibaidan kaçınmak imkânsızdır. Bundan yalnız cisimlerin etere göre hızlarını değil, bu cisimlerin birbirlerine göre hızlarını kast ediyorum. Pek çok türlü türlü denemeler, bu görelilik ilkesine, sözgelimi, eşdeğerlilik ilkesine verilen değerde kıyaslanabilen bir değer isnad olunmaya kalkışılmaması için birbirini tutan sonuçlar verdiler. Herhalde, bu görüş tarzının bizi hangi sonuçlara götüreceğini görmek ve bundan sonra bu sonuçları, denemenin kontroluna tâbi tutmak uygun olur.

III

Tesirin Karşı Tesire Eşitliği İlkesi

Lorentz teorisinde tesir ile karşı tesirin eşitlik ilkesinin ne olduğunu görelim. İşte bir A elektronu ki herhangi bir sebeple harekete geçmektedir; bir

sarsıntı vücuda getiriyor; herhangi bir zaman sonra, bu sarsıntı kendi denge durumundan çıkarılacak olan bir başka B elektronuna geçiyor. Bu şartlar altında hiç değilse esir göz önünde tutlmayıp sadece, maddemiz eletronlardan yapılmış olduğundan yegâne gözlemi yapılabilen eletronlar kaale alındığı takdirde tesirle karşı tesirin eşitliği mevcut olamaz.

Gerçekte, B elektronunu yerinden eden bu A elektronudur; halbuki B elektronu da A üzerine tesir ettiği takdirde bu karşı tesir, tesire eşit olabilecektir, ama hiçbir halde zamandaş olamıyacaktır. Çünkü B elektronu ancak yayılım için gereken herhangi bir zamandan sonra harekete geçebilecektir. Mesele daha kesin bir hesaba vurulacak olursa şu aşağıdaki sonuca varılır: mekanik bir şekilde kendisine bağlı bulunduğu parabol şeklindeki bir aynanın odağına yerleştirilmiş bir Hertz uyartıcısı farz edelim; bu uyartıcı elektromanyetik dalgalar çıkarır, ayna da bütün dalgaları aynı doğrultuda iade eder; o halde uyartıcı belli bir doğrultuda bir enerji neşredecektir. Halbuki hesap, bir mermi atan bir top gibi uyartıcının geriliyeceğini gösterecektir. Top misalinde, gerileme tesirle karşı tesirin eşitliğinin tabii bir sonucudur. Top geri gider, çünkü üzerine tesir ettiği mermi onun kendisi üzerine tesir eder.

Fakat burada bu böyle değildir. Bizim uzağa gönderdiğimiz şey, artık bir maddi mermi değil, enerjidir; enerjinin de kitlesi yoktur; aksi de yoktur! Bir uyartıcı yerine, sadece ışınlarını bir tek doğrultuda teksif eden reflektörlü bir lâmba göz önünde tutabilirdik.

Uyartıcıdan veya lâmbadan çıkan enerji maddi bir nesneye varacak olursa bu nesnenin hakiki bir projektele çarpmış gibi mekanik bir itmeye mâruz kalacağı doğrudur, ve yolda enerji kaybedilmemişse ve rasne bu enerjinin hepsini yutuyorsa bu itme uyarıcının ve lâmbanın gerilemesine eşit olacaktır. O halde tesirle karşı tesir arasında bir denkleşmenin bulunduğu söylenilmeye kalkışılacaktır. Fakat bu denkleşme, tam olsa bile, daima geçilecektir. Işık kaynağı terk ettikten sonra, hiçbir zaman bir maddi cisme raslamadan yıldızlararası mekânlarda dönüp dolaşırsa bu denkleşme hiçbir zaman vâkı olmayacaktır; çarptığı cisim mükemmel bir şekilde yutucu değilse, denkleşme tam değildir.

Bu mekanik tesirle ölçülebilmek için çok mu güçtürler veya denemeye elverişli midirler? Bu tesirler Maxwell-Bartholi basınçlarından ileri gelen tesirlerden başka bir şey değildir. Maxwell elektrostatiğe ve manyetizme ait birtakım hesaplarla bu basınçları önceden görmüştü. Bartholi de termodinamik alana ait düşüncelerle aynı sonuca varmıştı.

İşte kuyruklu yıldızların kuyruklarını açıklamak bu tarzda olmuştur. Küçük parçacıklar kuyruklu yıldızın merkez kitlesinden ayrılmışlardır; güneşten gelen bir projektile yağmurunun yapacağı gibi, güneşin, kendilerini iten ışığına çarparlar. Bu projeksiyonların kitlesi o kadar küçüktür ki bu itme Newton çekimine üstün gelir; o halde güneşten uzaklaşarak kuyruklar teşkil edeceklerdir.

Doğrudan doğruya denemelik gerçeklemenin elde edilmesi kolay değildi. İlk teşebbüs *rad'yomet-*

re'nin yapılmasına götürdü. Fakat bu alet teorik yönün aksi yönünde, *ters dönüyor* ve dönmesinin o zaman bulunan açıklanması büsbütün başkadır. Bir yandan boşluğu daha ileri götürerek, bir yandan da paletlerin yüzlerinden birini karartmadan ve yüzlerden biri üzerine ışık huzmesi göndererek nihayet başarı elde olundu. Radyometrik tesirler ve öbür sarımsı sebepleri birtakım dikkatli tedbirler ile ortadan kaldırılmışlardır ve çok küçük, fakat teoriye uygun gibi görünen küçük bir sapma elde olunuyor.

Maxwell-Bartholi basıncının aynı tesirleri de bizim daha yukarda sözünü ettiğimiz Hertz teorisiyle Lorentz teorisi tarafından önceden görülmüşlerdir. Fakat bir fark vardır. Sözgelimi, ışık şekli altında, enerjinin bir ışık kaynağından şeffaf bir ortam içinden herhangi bir cisme gittiğini farz edelim. Maxwell-Bartholi basıncı yalnız çıkıştaki kaynak üzerine, varıştaki aydınlanmış cisim üzerine değil, aynı zamanda onun geçtiği şeffaf ortamın maddesi üzerine de tesir edecektir. Işık dalgası, bu ortamın yeni bir bölgesine varınca bu basınç, orada yaygın bulunan maddeyi öne doğru itecek ve dalga bu bölgeyi terk ettiği zaman onu geriye götürecektir. Öyle ki kaynağın gerilemesinin karşılığı bu kaynakla temas halinde olan şeffaf ışığın ileriye doğru yürümesidir; biraz daha sonra, bu aynı maddenin gerilemesinin karşılığı (contre-partie) biraz daha ilerde bulunan şeffaf maddenin ileriye doğru yürümesidir ve böylece devam eder, gider.

Yalnız, denkleşme tam mıdır? Maxwell-Bartholi basıncının şeffaf ortamın maddesi üzerine tesiri

ri kaynak üzerine yaptığı karşı tesire eşit midir, bu da madde ne olursa olsun, böyle midir? Veya bu tesir, ortam ne kadar az kırıcı ise ve boşlukta sifira müncer olmak için ne kadar çok seyrekleşmiş ise o kadar daha küçük müdür? Eter madde tarafından tamamiyle sürüklenmiş olacak şekilde maddeyi mekanik olarak etere bağlı telâkki eden Hertz teorisi kabul olunursa birinci soruya evet, ikinci soruya hayır cevabını vermek gerekir.

Tesir ile karşı tesirin eşitlik ilkesinin gerektirdiği gibi, hattâ en az kırıcı ortamlarda, hattâ havada, hattâ ne kadar küçük olursa olsun, bir madde kalıntısının farz olunmasının kâfi geldiği gezeğenlerarası boşlukta tam bir denkleşme bulunacaktır. Bunun aksine olarak, Lorentz teorisi kabul olunursa daima eksik olan denkleşme havada hissedilemeyecek ve boşlukta sifira müncer olacaktır.

Fakat daha yukarda, Fizeau tecrübesinin Hertz teorisini muhafazaya elvermediğini gördük; o halde Lorentz teorisini kabul etmek ve bunun sonucu olarak *karşı tesir ilkesinden vazgeçmek gerekir.*

IV

İzafilik İlkesinin Sonuçları

Daha yukarda, izafilik ilkesine tabiatın bir umumi kanunu göziyle bakmaya sevk eden sebepleri gördük. Ona kesin olarak ispat edilmiş göziyle bakarsak bu ilkenin bizi hangi sonuçlara götüreceğini görelim.

İlkin, bizi paralel kaydırma yönünden bütün cisimlerin kısalması üzerine Lorentz ve Fitz-Gerald hipotezini genelleştirmeye zorluyor. Özellikle bu hipotezi elektronların kendilerine de teşmil etmek zorunda kalacağız. Abraham bu elektronlara kürevi, ve şekli bozulmaz göziyle bakıyordu; sükûnet halinde oldukları zaman kürevi olan bu elektronların, hareket halinde oldukları zaman Lorentz kısaltmasına uğrarlar ve o zaman basık elipsoit şeklini alırlar.

Elektronların bu şekil bozulması mekanik hususiyetleri üzerine tesir edecektir. Gerçekte, bu yüklü elektronların değiştiğinin hakiki bir konveksiyon akımı olduğunu ve görünür eylemsizliklerinin bu akımın self-indüksiyonundan ileri geldiğini söyledim: bu sırf negatif elektronlar hakkındadır; sırf olsun veya olmasın, pozitif elektronlar hakkında henüz bir şey bilmiyoruz. O halde elektronların süratlerine tâbi olan şekil bozulması onların yüzeyinde elektriğin dağıtımı; bunun sonucu olarak, onların vücuda getirdiği konveksiyon akımının şiddeti; bunun sonucu olarak da, bu akımın self-indüksiyonu gereğince hızına tâbi olarak değişeceği kanunları da değiştiğidir.

Böylelikle, denkleşme tam ve izafizik ilkesinin icaplarına uygun olacaktır; fakat bu, iki şart altında olacaktır:

1) Pozitif elektronların reel kitleleri olmayıp ancak elektromanyetik itibari bir kitleyi haiz olması veya hiç değilse, varsa reel kitlelerinin sabit olması ve itibari kitleleriyle aynı şekilde aynı kanunlara göre hızla değişmesi;

2) Bütün kuvvetlerin elektromanyetik asıldan olmaları, veya hiç değilse elektromanyetik asıldan kuvvetlerle aynı kanunlara göre hızla değişmesi!

Yine bu dikkate değer sentezi yapan Lorentz olmuştur; burada bir an duralım ve bundan ne çıkacağını görelim. İlkin, madde yoktur, çünkü pozitif elektronların da artık reel kitleleri yoktur, veya hiç değilse değişmez reel kitleleri yoktur. Kitlenin değişmezliği (constance) üzerine dayanan mekanik'imizin şimdiki ilkeleri değişmek zorundadırlar.

Bundan sonra, bütün bilinen kuvvetleri, hususiyle çekimin elektromanyetik açıklamasını, veya hiç değilse çekim kuvveti, elektromanyetik kuvvetler gibi hızla değişecek tarzda çekim kanununu tadil etmeyi araştırmalıdır. Bu noktaya yeniden döneceğiz.

Bütün bunlar, ilk bakışta, biraz yapmacık görünüyor; hususiyle elektronların bu şekil değişimi tamamiyle hipotetik görünüyor. Ama mesele başka şekilde, bu şekil değişimi hipotezini muhakemenin temeline koymayı önliyecek tarzda ortaya konulabilir. Elektronları birtakım maddi noktalar olarak göz önünde tutalım ve bunların kitlelerinin, izafilik ilkesine karşı gelmemek için hızla tâbi olarak nasıl değişmek zorunda olduğunu düşünelim. Veya, daha doğrusu, bu ilkenin bozulmaması için ve hızı pek küçük farz ederek bayağı kanunlara varılması, elektrik veya manyetik bir alanın tesiri altında ivmelerinin ne olması gerektiğini düşünelim. Bu kitlenin veya bu ivmelerin değişimlerinin, elektron sanki Lorentz'in şekil değişimine uğruyormuş gibi, vukua geldiklerini görecekiz.

V

Kaufmann'ın Denemesi

İşte böylece iki teori ile karşı karşıya bulunuyoruz:

Biri, elektronun şekillerinin bozulmaz olduğunu bildiren Abraham teorisidir; öbürü, Lorentz'in şekil değişimine uğradıklarını beyan eden teorisidir. Her iki halde de, kitleleri, hız ışığın hızına eşit olduğu zaman sonsuz olmak için, hızla artar: fakat değişim kanunu aynı değildir. Kaufmann tarafından, kitlenin değişimini açığa koymak için kullanılan metot bize iki teoriden biri lehinde bir hüküm vermek hususunda denemelik bir vasıta sağlamakta görünür.

Ne yazık ki, onun ilk denemeleri bu hususta yetecek kadar kesin ve açık değildir. Bunun için pek çok tedbirle ve alanların şiddetini ihtimamla ölçerek bu denemeleri yeniden yapmak zorunda kaldığını sandı. Yeni şekilleri altında, *bunlar Abraham teorisine hak verdiler*. İzafilik ilkesi, kendine atfolunmaya kalkışılan katı değeri haiz olmayacaktır; artık pozitif elektronların negatif elektronlar gibi reel kitleden mahrum olduklarına inanmak için elde hiçbir sebep yoktur.

Bununla beraber, bu sonucu kesin olarak kabul etmezden önce biraz düşünmek gerek. Mesele o kadar ehemmiyetlidir ki Kaufmann denemesinin bir

baska denemeci tarafından ele alınması arzuya şayan olur¹.

Ne yazık ki, bu deneme çok naziktir ve ancak Kaufmann gibi maharetli bir fizikçi başarıyla netice-
lendirebilir. Bütün tedbirler, gereğince alınmıştır ve
bunlara nasıl bir itiraz yapılabileceği pek iyi bilin-
miyor.

Bununla beraber, bir nokta var ki, bunun üzerine
dikkati çekmek isterim: bu da, her şeyin kendisine
bağlı bulunduğu ölçü olan elektrostatik alanının öl-
çüsüdür. Bu alan bir kondansatörün iki levhası ara-
sında meydana gelmişti; bu levhalar arasında tam bir
tecrit elde etmek için tam bir boşluk vücuda getirmek
gerekmişti. O zaman iki levhanın potansiyel farkı öl-
çüldü. Bu fark da levhaların birbirinden uzaklığı ile
bölünerek elde olundu. Bu, alanın yeknesak olmasını
gerektirir; bu muhakkak mı? Acaba levhalardan bi-
rinin, sözelimi, negatif levhalardan yakınlarında âni
bir potansiyel düşmesi vukua gelemez mi? Madenle
boşluk arasında vukua gelen temasta bir potansiyel
farkı bulunabilir ve bu farkın pozitif veya negatif
 tarafları aynı olmayabilir; beni buna inanmaya
sevk eden şey, cıva ile boşluk arasındaki elektrik su-
pabın tesirleridir. Bunun böyle olması için olasılık ne
kadar küçük olursa olsun, bunu hesaba kıtmak ge-
reliyor gibi geliyor.

¹ Baskıya verdiğimiz anda, Bucherer'in yeni bir-
 takım tedbirlerle denemeyi tekrar ele aldığını ve Ka-
 ufmann'ın aksine olarak, Lorentz'in görüşlerini teyid-
 eden birtakım sonuçlar elde ettiğini öğrendik.

VI

Eylemsizlik İlkesi

Yeni dinamik'te, eylemsizlik ilkesi yine doğrudur; yani *tek başına* bir elektron doğru ve düzgün bir hareketi haiz olacaktır. Hiç değilse, bunu kabul etmekte umumi olarak uyushulmaktadır; bununla beraber, Lindemann bu görüş tarzına birtakım itirazlar yaptı. Çok çetin karakteri yüzünden burada açıklayamadığım bu tartışmaya karışmak istemiyorum. Bununla beraber, Lindemann'ın itirazlarına karşı korunmak için teonde hafif bazı değışiklikler yapmak yetecektir.

Bir sıvı içine batırılmış bir cismin, hareket halinde olduğu zaman, büyük bir dirençle karşılaşığı bilinir. Fakat bunun sebebi sıvılarımızın kaygın olmalarıdır; kaygınlıktan tamamiyle mahrum bir ideal sıvı içinde cisim, kendi ardında, sıvı olarak âdeta gemilerin kıçında bıraktıkları su izleri gibi bir iz harekete getirir. Başlangıçta, yalnız cismin kendini değil, aynı zamanda izinin sıvısını da harekete getirmek gerektiğinden onu harekete geçirmek için büyük bir gayret sarf etmek gerekecektir. Fakat bu defa hareket elde edildikten sonra, bu hareket dirensiz devam edip edecektir. Çünkü cisim ilerlerken, bu sıvının topyekûn dirik kuvveti artmaksızın, kendisiyle birlikte sıvının sarsımını da nakledecektir. O halde her şey eylemsizlik artmış gibi olup bitecektir. Eterde ilerliyen bir elektronda aynı tarzda hareket edecektir. Onun çevresinde eter hareket haline getirilecek-

tir, fakat bu sarsıntı cisme hareket sırasında refakat edecektir. Öyle ki elektronla hareket eden bir gözlemci için bu elektronla birlikte bulunan elektrik ve manyetik alanlar değişmez görünecekler ve ancak elektronun hızı değişeceği zaman değişeceklerdir. O halde elektronu harekete geçirmek için bir gayret sarf etmek gerekecektir; çünkü bu alanların enerjisini yaratmak gerekecektir. Bunun aksine olarak, bir defa hareket elde olundu mu, bunu devam ettirmek için hiçbir gayrete lüzum yoktur, çünkü yaratılmış enerjinin ancak elektronun arkasında bir iz gibi kendi kendini itmek zorunda kalacaktır. Tıpkı sıvının hareketi yetkin bir sıvının içine batırılmış bir cismin hareketini artırdığı gibi bu enerji de elektronun eylemsizliğini arttırmaktan başka bir şey yapamaz. Hatta negatif elektronların bile hiç değilse, bu eylemsizlikten başka bir eylemsizliği yoktur.

Lorentz'in hipotezinde eterin enerjisinde başka bir şey olmıyan dirik kuvvet v^2 ile orantılı değildir. Şüphesiz yok, ve çok küçük ise, dirik kuvvet hissolunabilir bir şekilde v^2 ile orantılı; hareketin miktarı da hissolunabilir şekilde v ile orantılı, ve iki kitle de hissolunabilir şekilde sabit ve aralarında eşittirler. *Ama, hız ışığın hızına yaklaştığı zaman dirik kuvvet, hareket miktarı ve iki kitle her limitin ötesinde artarlar.*

Abraham'ın hipotezinde deyimler biraz karışıktır; fakat bizim şimdi söylediğimiz, esas hatlarıyla kalmaktadır.

Böylece, hız ışığın hızına eşit olduğu zaman kitle, hareket miktarı, dirik kuvvet sonsuz olurlar.

Bunlardan *hiçbir cismin, hiçbir suretle ışığın hızından büyük bir hıza erişemeyeceği* sonucu çıkar. Gerçekte, hızı arttıkça kitlesi artar. Öyle ki eylemsizliği, her yeni hız artmasına, gittikçe büyüyen bir engel karşı koyar.

O zaman bir mesele ortaya çıkar: izafilik ilkesini kabul edelim. Hareket halinde bulunan bir gözlemcinin kendi öz hareketinin farkına varmak imkânına malik olmaması gerekir. Mutlak hareketi içinde hiçbir cisim ışığın hızını geçemeyip istenildiği kadar bu hıza yaklaşabilirse gözlemcimize göre olan izafilik hareketi için de bunun böyle olması gerekir. O zaman da, aşağıdaki gibi muhakeme etmeye girilebilir: gözlemci 200,000 kilometrelik bir hıza erişebilir; gözlemciye göre olan izafilik hareketinde cisim aynı hıza erişebilir; o zaman mutlaka hızı 400,000 kilometre olacaktır. Bu ise imkânsızdır; çünkü bu, ışığın hızından büyük bir rakamdır. Bu ise görünüşten başka bir şey olmayıp Lorentz'in mahallî zamanları ölçme tarzı göz önünde tutulduğu zaman ortadan kalkar.

VII

İvme Dalgası

Bir elektron hareket halinde olduğu zaman kendini çevreliyen eterde bir sarsıntı husule getirir; hareketi doğru ve düzgün ise, bu sarsıntı bundan önceki bölümde sözünü ettiğimiz kuyruk izine müncer olur. Fakat hareket bir eğri veya değişken ise, bu böyle değildir. O zaman sarsıntı, Langevin'in

kendilerine *hız dalgası* ve *ivme dalgası* adını verdiği iki başka sarsıntının üstüste gelmesi göziyle bakılabilir.

Hız dalgası düzgün bir harekette vukua gelen bir kuyruk izden başka bir şey değildir.

İvme dalgasına gelince bu, bir elektronun bir ivmeye mâruz kaldığı anda bu elektrondan çıkan ve bundan sonra ışığın hızla birlikte ardardınca gelen kürevi dalgalarla yayılan ışık dalgalarına tamamiyle benzer bir sarsıntıdır.

Buradan şu sonuçlar çıkar: doğru ve düzgün bir harekette, enerji tamamiyle mahfuz kalır; ama bir ivme olunca ışık dalgaları halinde dağılan ve eter içine sonsuzca giden bir enerji kaybı olur.

Bununla beraber, bu ivme dalgasının tesirleri hususiyle karşılığı olan enerji kaybı birçok hallerde hesaba katılmıyabilir; yani sade, bayağı mekanikte ve gök cisimlerinin hareketlerinde değil, aynı zamanda ivme büyük olmaksızın hızın çok büyük olduğu radyum ışınlarında bile kaale alınmıyabilir. O zaman, kuvvetin kitle ile ivmenin çarpımına eşit olduğu yazılarak mekanik kanunlarını uygulamakla yetimsenebiler. Bununla beraber bu kitle, daha yukarda açıklanan kanunlara göre hız ile değişir. O zaman hareketin *yarı-duraklama* hareketi olduğu söylenir.

İvmenin büyük olduğu, belli başlıcaları aşağıda gösterilen bütün hallerde, böyle olmalıyacaktır: 1) Akkor halindeki gazlarda, bazı elektronlar yüksek frekanslı bir titreşim hareketi kazanırlar; yer değiştirmeler, pek küçük; hızlar sonlu; ivmeler ise çok büyüktürler. O zaman enerji etere geçer ve bunun için-

dir ki bu gazlar elektronun titreşimlerinin aynı periyodunu haiz ışık saçarlar. 2) Bunun aksine olarak, bir gaz ışık aldığı zaman, bu aynı elektronlar kuvvetli ivmelerle birlikte faaliyete geçerler ve ışığı emerler. 3) Hertz uyartıcısında, maden kitlesi içinde gezinen elektronlar deşarj anında âni bir ivmeye mâruz kalırlar ve bundan sonra yüksek frekanslı bir titreşim hareketi kazanırlar. Bundan enerjinin bir bölümünün Hertz dalgaları halinde ışınladıkları sonucu çıkar. 4) Akkor halindeki bir madende, bu maden içinde bulunan elektronlar büyük bir hızla hareket ederler. Madenin aşamadıkları yüzüne geldikleri zaman, yansır ve böylece çok büyük bir ivmeye mâruz kalırlar. İşte bunun için, maden ışık yapar. Bu ise benim X uncu bölümün IV. sayısında açıkladığım şeydir. Kara cisimler tarafından ışığın çıkması kanunları hakkındaki teferruat bu hipotezle yetkin bir şekilde açıklanmıştır. 5) Nihayet, Katodik ışınlar antikatoda çarptıkları zaman bu ışınları teşkil eden ve büyük bir hızla hareket eden bu negatif elektronlar birdenbire durdurulmuşlardır. Böylece mâruz kaldıkları ivme neticesinde, eterde dalgalanmalar meydana getirirler. İşte bazı fizikçilere göre pek küçük dalga uzunluğunda ışık ışınlartından başka bir şey olmıyan rontgen ışınlarının aslı bu olacaktır. •

BÖLÜM III

YENİ MEKANİK VE ASTRONOMİ

I

Gravitasyon

Kitle iki türlü tarif edilebilir: 1) Kuvvetle ivme arasındaki oran ile; bu, cismin eylemsizliğini ölçen kitlenin hakiki tarifidir. 2) Newton kanunu gereğince, cismin başka bir cisim üzerine yaptığı çekme ile. O halde bizim eylemsizlik katsayısı olan kitle ile çekme katsayısı olan kitleyi birbirinden ayırmamız gerekir. Newton kanununa göre bu iki katsayı arasında kesin bir münasebet vardır. Fakat bu ancak dinamiğin umumi ilkelerinin uygulanmış olduğu hızlar için ispat edilmiştir. Şimdi, eylemsizlik katsayısı olan kitlenin hız ile arttığını gördük; çekme katsayısı olan kitlenin de yine hız ile orantılı olarak arttığı ve eylemsizlik katsayısına orantılı kaldığı; veya bunun aksine olarak; çekme katsayısının sabit kaldığı neticesini çıkarmak zorunda mıyız? Bu öyle bir meseledir ki bunu çözmek için elimizde hiçbir vasıta yoktur.

Bir yandan da, çekme katsayısı hızla bağlı ise, tıpkı birbirini karşılıklı olarak çeken iki cismin hız-

ları umumi olarak aynı olmadığından bu çekme kat-sayısı bu iki hıza nasıl bağlı olacaktır?

Bu konu üzerinde ancak birtakım hipotezler ya-pabiliriz; ama bız tabii olarak, bu hipotezlerden iza-filik ilkesiyle uzlaşabilenlerini araştırmak zorundayız. Bunların sayısı çoktur; burada sözünü edeceğim bi-ricik hipotez, kısaca açıklayacağım Lorentz hipotezi-dir.

İlkin sükûnet halinde bulunan iki elektron göz önünde turalım. Aynı işaretli iki elektron birbirini iter-ler, iki ters işaretli elektron da birbirini çekerler; bava-ğlı teoride, onların karşılıklı aksiyonları elektrik yükle-riyle orantılıdır; o halde elimizde A ve A' gibi iki pozitif elektron, B ve B' gibi iki negatif elektron bulunursa ve bu dört elektronun yükleri mutlak de-ğerce aynı olurlarsa, A'nın A' üzerine yaptığı itme aynı uzaklıkta, ve B'nin B' üzerine yaptığı itmeye ve A'nın da B' veya A' nün B üzerine yaptığı çekme-ye eşit olacaktır. O halde tıpkı A' ile B' de olduğu gibi A ile B birbirine çok yakın iseler ve A + B sis-teminin A' + B' sistemi üzerine olan tesirini in-celediğimiz zaman birbirini tamamiyle telâfi edecek iki itme ile iki çekme elde edeceğiz; netice olarak elde edilen tesir sıfır olacaktır.

O halde, madde moleküllerine, bir kısmı pozi-tif, bir kısmı negatif olan elektronların dönüp dolaş-tığı birtakım güneş sistemleri cinsiden sistemler gibi bakılması gerekir; öyle ki bütün yüklerin cebirce to-plamı sıfır olsun. Bir madde molekülü her noktadan bizim sözünü ettiğimiz A + B sistemine temsil olu-

nabilir. Öyle ki iki molekülün topyekûn elektrik tesiri sıfır olmalıdır.

Fakat deneme bize gösteriyor ki bu moleküller Newton çekiminden ötürü birbirini çekmektedirler. O zaman da iki hipotez yapılabilir: Çekimin elektros-tatik çekmelerle hiçbir münasebeti olmadığı, bunun büsbütün başka bir sebepten ileri geldiği ve sadece burada birbiri üzerine yığıldıkları farz olunabilir; veya çekmelerin yüklerle orantılı olmadığı ve $+1$ bir yükün -1 yükü üzerine tesir eden çekmenin iki $+1$ karşılıklı itmesinden veya iki -1 yükün karşılıklı itmesinden daha büyük olduğu kabul olunabilir.

Başka deyimlerle, pozitif elektronlarla husule gelen elektrik alan ile negatif elektronların husule getirdiği alan ayrı kalmakla beraber birbiri üzerine yığılacaklardır. Pozitif elektronlar negatif elektronların husule getirdiği alana pozitif elektronların husule getirdiği alan daha çok müteessir olacaklardır. Bu hipotezin elektrostatiği biraz daha karışık bir hale koyduğu, bununla beraber buraya çekimi soktuğu açıktır. Bu ise netice itibarıyla Franklin'in hipotezi idi.

Elektronlar hareket halinde bulundukları zaman vâki olacak nedir? Pozitif elektronlar eterde bir sarsıntı meydana getirecekler ve burada bir elektrik ve manyetik alan yaratacaklardır. Negatif elektronlar için de aynı olacaktır. Negatif olduğu kadar pozitif elektronlar bundan böyle bu muhteşif alanların tesiri ile mekanik bir itmeye mâruz kalacaklardır. Bayağı teoride, pozitif elektronların hareketinden ileri gelen, elektromanyetik alan ters işaretli ve aynı mutlak yü-

kü taşıyan iki elektron üzerine eşit ve ters işaretle tesir yapar. O zaman, hiçbir malızur olmadan, pozitif elektronların hareketlerinden ileri gelen alanla negatif elektronların hareketinden ileri gelen alan birbirinden ayırdolunmayabilir ve ancak bu iki alanın cebirce toplamı, yani ikisinin bileşkesi olan alan göz önünde tutulabilir. Yeni teoride, bunun aksine olarak, pozitif elektronlardan ileri gelen elektromanyetik alanın pozitif elektronlar üzerine tesiri bayağı kanunlara göre vukubulur. Negatif elektronlardan ileri gelen alanın negatif elektronlar üzerine tesiri de aynıdır. Şimdi pozitif elektronlardan ileri gelen alanın negatif elektronlar üzerine (veya tersine olarak) yaptığı tesiri göz önünde turalım. Bu tesir de yine aynı kanunlara tâbi olacaktır, *fakat başka bir katsayı ile*. Her bir elektron ters isimli elektronlarla yaratılan alana aynı ismi taşıyan elektronlarla yaratılan alandan daha çok müteessir olur.

İşte küçük hızlarda Franklin hipotezine müncer olan Lorentz'in hipotezi budur; o küçük hızlar için, Newton kanununu açıklayacaktır. Üstelik, çekim elektromanyetik asıldan gelen kuvvetlere irca edildiğinden Lorentz'in umumi teorisi buna uyacak ve bunun sonucu olarak izafilik ilkesi bozulmayacaktır.

Görülüyor ki, Newton kanunu büyük hızlara uygulanamaz ve hareket halindeki cisimler için, muhakkak hareket halindeki elektrik için elektrostatik kanunlarla aynı tarzda değiştirilmiş olması gerekir.

Elektromanyetik sarsımların ışığın hızıyla yayıldıkları biliniyor. O halde, çekimin Laplace'ın hesaplarına göre, hiç değilse ışığın hızından 10 milyon defa

daha fazla hızla yayıldığını ve bunun sonucu olarak elektromanyetik asıldan olamamasını hatırlıyarak, bundan önceki teonin reddedilmesine kalkışılacaktır. Laplace'ın elde ettiği sonuç pek iyi bilinmektedir. Ama umumi olarak mânası bilinmiyor. Laplace farz ediyordu ki, çekimin yayılması âni değilse bunun ışık için astronomik aberasyonda vukua geldiği gibi, onun yayılma hızı da çekilen cismin hızıyla birleşir. Öyle ki müessir kuvvet iki cismi bağliyan doğru boyunca yönelmeyip bu doğru ile küçük bir açı yapmaktadır. Bu ise tamamiyle hususi ve pek iyi doğrulanamıyan ve herhalde Lorentz'inkinden büsbütün farklı bir hipotezdir. Laplace'ın çıkardığı sonuç Lorentz'in teorisine karşı hiçbir şey ispat etmez.

II

Astronomik Gözlemlerle Kıyaslama

Bundan önceki teoriler astronomik gözlemlerle uzlaşabilir mi? İlkin, bunlar kabul olunursa gezegenlerin enerjisi *ivme dalgası* tesiriyle mütemadiyen dağılmış olacaktır. Bundan, sanki yıldızlar dirençli bir ortamda hareket ediyorlarmış gibi bu yıldızların ortalama hareketlerinin mütemadiyen hızlanarak gidecekleri sonucu çıkacaktır. Fakat bu tesir son derece; en ince gözlemlerle meydana çıkarılamıyacak kadar pek çok küçüktür. Gök cisimlerinin ivmesi nispeten daha küçüktür, öyle ki ivme dalgasının tesirleri kaale alınmıyabilir ve harekete *yarı-duraklar* göziyle bakılabilir. İvme dalgasının tesirlerinin yığılarak

gittiği doğrudur, fakat bu yığılmanın kendisi de o kadar yavaştır ki hissedilebilmesi için binlerce yıl gözlem yapılması gerekecektir.

O halde hareketi *yarı-duraklı* gibi göz önünde tutarak hesabedelim ve bunu da aşağıdaki üç hipotez içinde yapalım.

A. Abraham'ın hipotezini (şekil değiştirmiyen elektronlar) kabul edelim ve Newton kanununu mûtat şekliyle muhafaza edelim;

B. Lorentz'in elektronların şekil değiştirmeler üzerindeki hipotezini kabul edelim ve Newton kanununu mûtat şekliyle muhafaza edelim;

C. Lorentz'in elektronlar üzerindeki hipotezini kabul edelim ve Newton kanununu bundan önceki paragrafta yaptığımız gibi, izafilik ilkesiyle uzlaştıracak hale koyacak şekilde, değiştirelim.

Tesirin en fazla hiss olunacağı hareket Merkürün hareketidir, çünkü bu gezegen en büyük hızı olan gezeğendir. Tisserand vaktiyle Weber kanununu kabul ederek buna benzer bir hesap yapmıştı: Weber, elektronların (henüz isimleri icad edilmemişti) kendilerini bağlayan doğru istikamette ve sade uzaklıklarına değil, bu uzaklıkların birinci ve ikinci basamaktan türevlerine; bunun sonucu olarak hız ve ivmelerine bağlı olan birbiri üzerine birtakım çekme ve itmeler yaptıklarını farz ederek hem elektrostatiğin, hem de elektrodinamiğin olgularını açıklamaya çalıştığını hatırlatayım. Bugün üstün gelmeye çalışan kanunlardan bir hayli farklı olan bu Weber kanunu onunla daha az bir benzerlik arz etmiyor.

Tisserand, eğer Newton çekimi, Weber kanununa uygun olarak vâkı oluyorsa Merkürün periheli'si için yüzyılda 14'' lik, gözlenmiş olan ve açıklanamıyan ile aynı yönde, fakat bu gözlenmiş olan 38'' lik olduğundan daha küçük olan bir değişmenin husule geleceğini buldu.

A, B, C hipotezlerine dönelim ve ilkin sabit bir merkezden çekilen bir gezegenin hareketini inceliyelim. B, C hipotezleri artık o zaman birbirinden ayırdedilemezler, çünkü çeken nokta sabit ise husule getirdiği alan sırf elektrostatik bir alan olup burada, çekme Newton kanununun özdeşi Coulomb'un elektrostatik kanununa uygun olarak uzaklıkların karesiyle ters orantılı olarak değişir.

Dirik kuvvet için yeni tarifi almak suretiyle dirik kuvvetler denklemi baki'dir. Bunun gibi, alanlar denkleminin yerine de başka bir eşdeğer denklem konulmuştur; hareket miktarının momenti bir sabit miktardır, ama hareket miktarı yeni dinamikte yapıldığı gibi tarif edilmiş olmalıdır.

Biricik hissölunabilir netice perihelinin yüzyıllık hareketi olacaktır, Lorentz teorisiyle bu hareket için, Weber kanununun verdiği'nin yarısı; Abraham teorisiyle beşte ikisi bulunacaktır.

Şimdi müşterek ağırlık merkezleri etrafında dönen iki hareket eden cisim farz olunursa, hesaplar biraz fazla karışık olsalar bile, tesirler pek az farklıdır. Merkürün perihelisinin hareketi Lorentz teorisinde 7'', Abraham'inkinde 5'', 6 olacaktır.

n Yıldızın ortalama hareketi ve a da yörünge-sinin yarıçapı olduğundan, esasen tesir $n^3 a^2$ ile oran-

tılıdır. Gezegenler için Kepler kanunu gereğince, $\sqrt{a^3}$ ile ters orantılı olarak değişir; o halde Merkürden başkası için hissolunamaz.

Her ne kadar n büyük olsa da, a son derece küçük olduğundan bu tesir ay için de hissolunabilir. Hâsılı, Venüs için beş defa daha küçük, ay için de Merkür için bulunandan altı yüz defa daha küçüktür. Venüs ve Yer hakkında perihelinin hareketinin (bu hareketin aynı bir açı hızı için) astronomik gözlemlerle meydana çıkarılması çok daha zor olacağını ilâve edelim; çünkü yörüngelerin dış merkezliği Merkür'ünden çok daha küçüktür.

Kısaca, *astronomik gözlemler üzerinde biricik hissolunabilir, açıklanmadan gözlemi yapılan, fakat ehemmiyetli bir surette daha küçük bulunanla aynı yönde, Merkür'ün perihelisinin hareketi olacaktır.*

Buna yeni dinamiğin lehinde bir tutamak göziyle bakılamaz. Çünkü Merkür'ün anomalisinin en büyük kısmı için daima bir başka açıklama aramak gerekecektir; fakat buna da yeni dinamiğin aleyhinde bir tutamak göziyle de pek bakılamaz.

III

Lesage Teorisi

Bu mülâhazaları evrenlik çekimi açıklamak için uzun zamandan beri ileri sürülen bir teoriyle karşılaştırmak uygun olur. Gezegenlerarası mekânlarda, her yönde, pek büyük hızlarla pek incecik cisimciklerin dolaşıklarını farz edelim. Mekânda tek başına

kalmış bir cisim görünüşte bu cisimciklerin sadmelerle tesirlenmiyecektir. Çünkü bu sadmeler bütün istikametlerde de dağılırlar. Fakat A ve B gibi iki cisim birbiri karşısında iseler B cismi ekran rolünü oynayacak ve bu ekran olmadan A ya çarpacak olan cisimciklerden bir kısmının önüne geçecektir. O zaman B nin zıddı doğrultusunda A nın aldığı sadmelerin karşılığı olmayacak veya tamamiyle denkleşmemiş olacak ve A yı B ye doğru iteceklerdir.

İşte Lesage'ın teorisi budur; bunu ilkin titreşim mekaniği bakımından münakaşa edeceğiz. İlkin bu teorinin önceden gördüğü sadmeler nasıl vukua gelecektir; acaba tamamiyle elâstik olan cisimlerin kanunlarına göre mi, yoksa elâstiklikten mahrum olan cisimlerin kanunlarına veya bir ara kanuna göre mi? Lesage'ın cisimcikleri tamamiyle elâstik cisimler gibi olmazlar; bunsuz, tesir sıfır olacaktır. Çünkü B cisminin önlerine geçtiği cisimciklerin yerine, B üzerine sıçrıyacak olan başkaları geçeceklerdir; hesap da denkleşmenin tam olduğunu tasdik ve ispat etmektedir.

O halde sadmenin cisimciklere enerji kaybettirmesi gerekir, bu enerji ise ısı şeklinde bulunmak zorunda olacaktır. Fakat bu suretle meydana gelen ısı miktarı ne olacaktır? Çekmenin cisimler arasından geçtiğini gözliyelim; o halde yeri sözgelimi sadece dolu bir ekran gibi değil, tek tek birtakım küçük ekranlar rolünü oynayan, fakat aralarında Lesage'ın cisimciklerinin serbestçe dolaşabilecekleri büyük sayıda çok küçük kürevi moleküllerden yapılmış olarak tasarlamamız gerekir. Böylece yer sade dolu bir ekran ol-

mayıp aynı zamanda bir süzgeç de değildir. Çünkü orada boşlar, dolulardan daha çok yer tutarlar. Bunu anlamamız için, Laplace'ın çekmenin yeri geçerken on milyonda biri kadar eksildiğini ispat ettiğini hatırlatalım ve ispatının da itiraz edilecek hiçbir tarafı yoktur: gerçekte, çekme, arasından geçtiği cisimler tarafından yutulmuş olsaydı artık kitlelerle orantılı olmayacaktı, küçük cisimler kadar büyük cisimler için de *nispeten* daha küçük olacaktır. Çünkü onun geçeceği daha büyük bir kalınlık bulunmaktadır. Güneşin yer üzerindeki çekimi, güneşin ay üzerindeki çekiminden *nispeten* daha küçük olacaktır; bundan da, ayın hareketinde, pek hissolunabilir bir eşitsizlik husule gelecektir. O halde Lesage teorisini kabul edersek yeri teşkil eden kürevi moleküllerin topyekûn yüzeyinin, yerin topyekûn yüzeyinin en çok on milyonda bir bölümü olduğu sonucunu çıkarmamız gerekir.

Darwin, Lesage teorisinin ancak elastiklikten büsbütün mahrum olan birtakım cisimcikler farz ederek Newton kanununa tamamiyle götüreceğini ispat etti. Yerin l uzaklıkta bulunan l kitle üzerine yaptığı çekim, o zaman hem kendini teşkil eden kürevi moleküllerin topyekûn S yüzeyi ile, hem cisimciklerin v hızıyla, hem de cisimciklerin teşkil ettiği ortamın ρ yoğunluğunun kare kökü ile orantılı olacaktır. Hâsıl olan ısı S ile, ρ yoğunluğu ile ve v hızının küpü ile orantılı olacaktır.

Fakat böyle bir ortamda hareket eden bir cismin duşar olduğu direnimi göz önünde tutmak gerekir; gerçekte, bazı sadmelerin önünde bitmeksizdir;

bunun aksine olarak, karşı istikamette gelen sadmelerin önünden kaçarak hareket edemez. Öyle ki sü-kûnet halinde gerçekleşen denkleşme artık devam edemez. Hesabedilen direnç S, ρ ve v ile orantılıdır; o halde gök cisimlerinin hiçbir dirence mâruz kalmamışlar gibi hareket ettikleri biliniyor ve gözlemlerin doğruluğu bizim ortamın direncine bir limit tesbit etmemize elvermektedir.

Çekme, $S\sqrt{\rho v}$ gibi değiştiği halde bu direnç $S \rho v$ gibi değiştiğinden direncin çekmenin karesine oranının Sv çarpımı ile ters orantılı olduğunu görüyoruz.

O halde elimizde Sv çarpımının bir alt limiti vardır. Daha önce de elimizde S nin bir üst limiti vardı (çekmenin, geçtiği cisimler tarafından soğutulması ile). O halde elimizde, hiç olmazsa, ışığın hızının 24.10^{17} katına eşit olması gereken, v hızının bir alt limiti vardır.

Bundan ρ yu ve husule gelen ısı miktarını çıkarabiliriz; bu miktar sıcaklığı saniyede 10^{28} dereceye yükseltmeye yetecektir; Yer belli bir zamanda, Güneşin aynı zamanda çıkaramadığı ısıdan 10^{20} defa daha büyük bir ısı alacaktır; güneşin yere gönderdiği ısının değil, bütün doğrultularda ışınladığı ısının sözünü etmek istiyorum.

Yerin böyle bir rejime uzun zaman dayanamayacağı apaçaktır.

Darwin'in görüşlerinin aksine olarak, Lesage'in cisimcikleri sıfıra münceş olmadan yetkin olmıyan bir esneklikle sahiboldukları kabul olunursa bu kadar fantastik sonuçlara varılmazdı. Gerçekte bu ci-

simciklerin dirik kuvveti tamamıyla ısı haline çevrilemeyecek, fakat husule gelen çekme de daha az olacaktır; öyle ki bu, çekmeyi meydana getirmeye yaradum edecek olan ısı haline çevrilmiş bu dirik kuvvetin bir parçası olacaktır; bu da aynı şey demek olacaktır. Viriel teoreminin yerli yerinde kullanılması bunun açıklanmasına elverecektir.

Lesage'ın teorisi değiştirilebilir; cisimcikleri ortadan kaldıralım; eterin mekânın bütün noktalarından gelen ışık dalgalarıyla bütün yönlerde dolaştığını tasarlıyalım. Bir maddi nesne bir ışık dalgası aldığı zaman bu dalga onun üzerine, sanki maddi bir projctilin sadmesine mâruz kalmış gibi, Maxwell-Bartholi basıncından ileri gelen mekanik bir tesir yapar. Sözü edilen dalgalar, Lesage'ın cisimciklerinin rolünü oynayabileceklerdir. Sözgelimi, Bay Tommasina'nın kabul ettiği şey de budur.

Bunun için zorluklar ortadan kaldırılmış değildir; yayılma hızı ışığın hızından başka bir şey olamaz ve böylece ortamın direnci için kabul olunamayan bir rakam elde edilir. Esasen ışık tamamıyla yansırsa yetkin bir şekilde elâstik olan cisimcikler hipotezinde olduğu gibi tesir de sıfırdır. Çekmenin olabilmesi için, ışığın kısmen emilmiş olması gerekir. Fakat o zaman da ısı meydana gelecektir. Hesaplar bayağı Lesage teorisinde yapılanlardan esaslı bir şekilde farklı değildir; sonuç da aynı fantastik karakteri muhafaza eder.

Bir yandan da çekme, geçtiği cisimler tarafından emilmemiştir veya pek az emilmiştir. Bizim bildiğimiz ışık hakkında da bu böyle değildir. Newton

çekmesini meydana getiren ışık bayağı ışıktan çok farklı olması ve sözgelimi, pek kısa dalga uzunluğunda olması gerekecektir. Gözlerimiz bu ışığa hassas iseler, bütün gökün bize güneşten daha parlak görünmesi gerektiğini hesaba katmaksızın. Öyle ki, güneş bize burada bir siyah leke halinde görünecekti; yoksa güneş bizi çekecek yerde itecekti. Bütün bu sebeplerden ötürü, çekmeyi açıklamaya elveren ışık bayağı ışıktan daha çok röntgenin X ışınlarına yaklaşması gerekecektir.

Ama X ışınları da yetmiyecektir. Bize ne kadar nüfuz edici görünürlerse görünsünler, bütün Yeri çekmiyeceklerdir; o halde bayağı X ışınlarından daha çok nüfuz edici X' ışınlarının tasarlanamaması gerekecektir. Bundan sonra, bu X' ışınlarının bir enerji parçasının yok olması gerekecektir. Yoksa çekme diye bir şey olmayacaktır. Isı haline çevrilmesi istenmiyorsa, ki bu büyük bir ısı husule gelmesine yol açacaktır, X'' adı verilebilecek olan ve X' ışınlarından daha çok nüfuz edici olmaları gereken ikinci bir ışın şekli altında bütün yönlerde ışınlanmış olduğunu kabul etmek gerekir; yoksa, onlar da çekme olgularını bozacaklardır.

İşte Lesage teorisini yaşatmak istenilirse kendilerine varılacak karşılık hipotezler bunlardır.

Fakat şimdi bütün dediklerimiz mekaniğin bayağı kanunlarını gerektirir. Yeni dinamiği kabul edersek daha mı iyi olacaktı? İlkin, görelilik ilkesini muhafaza edebilir miyiz? Lesage teorisine ilk şeklini verelim ve mekânın matriyel cisimcikler tarafından iz-

lendiğini farz edelim; bu cisimcikler yetkin bir şekilde elastik olsalardı sadmelerinin kanunları bu görelilik ilkesine uygun olacaktı. Ama o zaman da onların tesiri sıfır olacaktı. Öyle ise bu cisimciklerin elastik olmadıklarını farz etmek gerecektir. O zaman da görelilik ilkesiyle uzlaşılacak bir sadme kanunu tasarlamak güçtür. Esasen yine mühim miktarda bir ısı husule gelmiş, bununla beraber ortamın pek hissedilir bir direnci bulunacaktır.

Cisimcikleri ortadan kaldırır ve Maxwell-Bartholi basıncı hipotezine dönersek raslanacak zorluklar pek azalmış olmaz. Lorentz'in kendisinin de 25 nisan 1900 de "Amsterdam Bilimler Akademisi" ne vermiş olduğu muhtıradan yapmaya giriştiği şey de budur.

Işık dalgalarıyla bütün bunlarda dolaşmış bir eter içinde batırılmış olan bir elektronlar sistemini göz önünde tutalım. Bu dalgalardan birine çarpan bu elektronlardan biri hemen titreşmeye başlayacaktır; titreşimi ışığın titreşimiyle senkron olacaktır. Fakat elektron gelen enerjinin bir parçasını emerse burada bir faz farkı bulunabilecektir. Gerçekte, o bir miktar enerji emerse bu, elektronu sürükliyen eterin titreşimi olmasından ötürüdür; o halde elektron etere göre gecikmek zorunda kalır. Hareket halinde bulunan bir elektron bir konveksiyon akımına temsil edilebilir. O halde her manyetik alan, hususiyle ışık sarsımının kendisinden ileri gelen alan bu elektron üzerine bir mekanik tesir yapmak zorundadır. Bu tesir çok küçüktür; üstelik, periyodun akımında işaret değiştirir; bununla beraber, ortalama tesir, elektronun titreşimleriyle eterin titreşimleri arasında bir faz farkı yok-

sa, sıfır olmaz. Ortalama tesir bu farkla; bunun sonucu olarak, elektronun emdiği enerjiyle orantılıdır.

Burada hesapların teferruatına giremem; yalnız, son neticenin, uzaklıkların karesiyle ters orantılı ve iki elektronun emdiği enerjiyle orantılı olarak değişen herhangi iki elektronun bir çekmesi olduğunu söyleyelim.

O halde ışıık emilmesi olmaksızın çekme olamaz; bunun sonucu olarak da, ısı meydana gelemez.

Lorentz'i, aslında Lesage-Maxwell-Bartholi teorisinden farklı olmıyan bu teoriyi terk etmeye zorlıyan şey de budur. Hesabı sonuna kadar götürseydi daha da çok korkmuş olacaktı. O, yerin sıcaklığının saniyede 10^{13} derece arttığını bulacaktı.

IV

Sonuçlar

Bu yeni doktrinler hakkında birkaç kelime içinde, mümkün olduğu kadar tam bir fikir vermeye çalıştım; bunların nasıl doğduklarını açıklamaya çalıştım. Bunsuz, okuyucunun bunların cüretkârlığı karşısında korkması gerekecekti. Yeni teoriler henüz ispat edilmemişlerdir. Bunun için daha çok şey lâzumdur. Kendilerini küçüksememek hakkına sahibolunmaması için, bunlar yetecek kadar ciddi birtakım olasılıklar bütünü üzerine dayanırlar.

Şüphesiz yeni denemeler bize kesin olarak kendileri hakkında düşünülmesi gerekeni öğreteceklerdir. Meselenin düğümü Kaufmann denemesinde ve

bunu gerçeklemek için girişilecek olan denemelerdedir.

Bitirmek üzere, bir dilekte bulunmama müsaade buyurulsun. Bundan birkaç yıl sonra, bu teorilerin yeni yoklamalara mâruz kaldıklarını ve bundan zaferle çıktıklarını farz edelim; bizim orta öğretimimiz büyük bir tehlikeye doğru gidecektir: şüphesiz bazı profesörler yeni teorilere bir yer vereceklerdir. Yenilikler o kadar çekicidir ama yetecek kadar ilerlemiş görünmemeleri de pek ağırdır! Hiç değilse, çocuklara birtakım görüşler sağlamak istenilecek ve onlara bayağı mekaniğin öğretilmesinden önce, bunun devrini ikmal ettiği ve olsa olsa ihtiyar akılsız Laplace için uygun olduğu onlara haber verilecektir. O zaman da onlar bayağı mekaniğe alışmış olacaklardır.

Onlara bayağı mekaniğin ancak takribi olduğunu öğretmek iyi mi? Evet, ama daha sonra onun iliklerine kadar nüfuz ettikleri zaman, ancak onunla düşünme alışkanlığını elde ettikleri zaman, artık onu öğrenmemek tehlikesini atladıkları zaman onlara, hiçbir mahzur olmadan, onun sınırları gösterilebilecektir.

Onlar bayağı mekanikle yaşamak zorundadırlar. Bu, onların her zaman uygulamak zorunda olduğu biricik mekaniktir. Otomobilizmin ilerlemeleri ne olursa olsun, arabalarımız artık mekaniğin doğru olmadığı hızlara hiçbir zaman erişmeyeceklerdir. Öbürü lüksten başka bir şey değildir, zaruri olana artık zarar vermek tehlikesi olmadığı zaman, lüksün düşünülmesi gerekir.

DÖRDÜNCÜ KİTAP

ASTRONOMİ

BÖLÜM I

SAMANYOLU VE GAZLAR TEORİSİ

Burada açmak istediğim düşünceler şimdiye kadar astronomların dikkatini pek az çekmişti; bize yeni bir araştırma alanı açan, fakat henüz kendisinin bu alanda takibolunması beklenilen, lord Kelvin'in ancak ustaca bir fikrini zikretmekten başka bir şey yapmıyacağım. Tanıtacağım orijinal sonuçlar da yoktur. Yapabileceğim biricik şey ortaya konan, ama bugüne kadar hiçbir kimsenin çözmeye uğraşmadığı meseleler hakkında bir fikir vermekten ibarettir.

Birçok modern fizikçilerin gazların yapısını nasıl tasarladıklarını herkes bilmektedir; büyük hızlarla hareket ederek bütün günlerde çatışan ve birbiriyle çaprazlaşan sayısız bir sürü moleküllerden yapılmıştır. Bu moleküller birbirleri üzerine belki de uzaktan tesir yaparlar. Fakat bu tesir uzaklıkla pek çabuk azalır. Öyle ki onların yörüngeleri aşağı yukarı doğru kalır; ancak iki molekül birbirinin bir hayli yakınından geçtiği zaman yörüngeler doğru olmaktan çıkarlar. Bu halde, karşılıklı çekmeleri veya itmeleri bun-

ları sağa veya sola saptırır. İşte bazı bazı sadme adı verilen şey de budur. Fakat bu *sadme* kelimesini alışık bulunulan mânada almak gerekmez: iki molekülün temas haline gelmesi gerekli değildir, karşılıklı çekmelerinin duyulabilmesi için birbirine bir hayli yaklaşmaları yeter. Bunların mâruz kaldıkları sapma kanunları hakiki bir sadme olduğu zamanki kanunların aynıdır.

İlkin, bu sayısız tozun düzensiz sadmeleri içinden çıkılamaz bir kaostan başka bir şey meydana getiremiyor gibidirler ve tahlilde bu kaosun önünde gerilemek zorundadır. Fakat büyük sayılar kanunu, tesadüfün şu yüce kanunu imdadımıza vetiştiriyor; bir yarı düzensizlik karşısında ümitsizliğe düşüyorduk, ama son haddine varmış bir düzensizlik içinde, bu istatistik kanun zihnini kendini topladığı bir nevi ortalama düzen şekli kuruyor. İşte gazların kinetik teorisini kuran bu ortalama düzenin incelenmesidir; bu moleküllerin hızlarının bütün doğrultular arasında eşit olarak dağıldıklarını; bu hızların bir molekülden öbürüne değiştiğini, fakat bu değişimin de Maxwell kanunu adı verilen bir kanuna tâbi olduğunu bize gösterir. Bu kanun filân veya falan hızla harekette olan ne kadar molekül bulunduğunu öğretir. Gaz bu kanuna tâbi olmaktan çıkar çıkmaz, karşılıklı sadmeleri hızlarının miktarını ve doğrultusunu değiştirerek moleküller gazı derhal bu kanuna tâbi kılmaya çalışırlar. Fizikçiler, gazların denemelik hassalarını, sözgelimi Mariotte kanununu bu hususta açıklamaya çalışmışlar ve muvaffak da olmuşlardır.

Şimdi samanyolunu göz önünde tutalım. Burada da sayılamaz bir toz görüyoruz. Yalnız bu tozun taneleri artık atom değil, birtakım yıldızlardır. Bu taneler de büyük hızlarla hareket ederler; birbirleri üzerine uzaktan tesir ederler. Fakat bu tesir büyük uzaklıkta o kadar küçüktür ki, bu yıldızların yörüngeleri doğru olurlar; bununla beraber, arasına, bunlardan ikisi Jüpiter'in çok yakınından geçen bir kuyruklu yıldız gibi, yoldan sapmak üzere birbirine bir hayli yaklaşırlar. Bir kelime ile, bizce atomlar ne ise kendisine göre güneşlerimizin bir atom olacağı bir devin gözlerinde de samanyolu bir gaz kabarcığından başka bir şey gibi görünmiyecektir.

İşte lord Kelvin'in ana fikri bu oldu. Bu kıyaslamadan ne netice çıkarabiliriz. Hangi ölçüde doğrudur? İşte bizim birlikte anyacağımız şey de budur; fakat kesin bir sonuca varmadan önce ve onu önceden hükmetmek istemeden gazların kinetik teorisinin astronom için körükörüne takibetmesi gerekmiyen, fakat kendisinden faydalı bir şekilde mülhem olabileceği, bir model olacağını seziyoruz, şimdiye kadar da gök mekaniği ancak güneş sistemiyle veya bazı çift yıldızlar sistemiyle uğraşmıştır. Samanyolu ile gösterilen bu bütün önünde, veya yıldız kümeleri veya çözülebilir nebülözler önünde, kaostan başka bir şey görmediğinden ötürü geriliyordu. Fakat samanyolu bir gazdan daha karışık değildir; gaza tatbik edilen olasılıklar hesabı üzerine dayanan istatistik metotları samanyoluna da tatbik olunabilir. Her şeyden önce, iki halin benzerliğini ve ayrılığını bilmek mühimdir.

Lord Kelwin samanyolunun boyutlarını bu vasıta ile tâyin etmeye çalıştı; bunun için teleskoplarımızla görülebilen yıldızların sayılması gerekti. Fakat gördüğümüz yıldızların arkasında, gördüklerimizden başkalarının bulunmadığından emin değiliz. Öyle ki bu tarzda ölçtüğümüz şey, samanyolunun büyüklüğü olmayıp aletlerimizin gücü olacaktır. Yeni teorimiz bize başka imkânlar verecektir. Gerçekte, bizim en yakınımızda bulunan yıldızların hareketlerini biliyoruz ve hızlarının doğrultusu ve büyüklüğü hakkında bir fikir edinebiliriz.

Daha yukarda açıklanan fikirler doğru iseler, bu hızların Maxwell kanununa tâbi olmaları gerekir ve ortalama değerleri de âdeta bizim itibari gazımızın sıcaklığına tekabül edeni bize bildirecektir. Fakat bu sıcaklığın kendisi de bizim gaz kabarcığımızın boyutlarına tâbidir. Gerçekte, unsurları birbirini Newton kanunu gereğince çekerse boşluğa bırakılmış bir gaz kitlesinin durumu ne olacaktır? O, küre şeklini alacaktır; üstelik, çekim yüzünden, yoğunluk merkezde daha büyük olacak, basınç ise merkeze doğru çekilen dış bölümlerin ağırlığı sebebiyle yüzeyden merkeze doğru artacaktır ve nihayet sıcaklık ile basınç, adiyabatik denilen kanunla bağlı olmakla, tıpkı atmosferimizin birbiri ardınca gelen tabakalarında vâki olduğu gibi, sıcaklık merkeze doğru çoğalacaktır. Yüzeyde de basınç sıfır olacaktır ve mutlak sıcaklık için de, yani moleküllerin hızı için de bu böyle olacaktır.

Burada ortaya bir mesele çıkmaktadır.

Adiyabatik kanundan bahsettim, ama bu kanun bütün gazlar için aynı değildir, çünkü onlar iki spe-

sıfık ısının oranına tâbidir; hava ve benzer gazlar için bu oran 1,42 dir. Fakat samanyolunu havaya mı benzetmek uygun olacaktır? Elbette hayır! Cıva buharı argona helium gibi bir tek atomlu gaz olarak bakılması gerekecek, yani spesifik ısıların oranı 1,66 olarak alınması gerekecektir. Gerçekte, moleküllerimizden biri sözcgelimi, güneş sistemi olacak, fakat gezegenler önemsiz varlıklar olup ancak güneş hesaba katılacaktır. Öyle ki molekülümüz gerçekten tek atomludur. Hattâ biz bir çift yıldız alsak bile ona yaklaşacak bir yabancı yıldızın tesirinin iki mürekkebin görelilik yörüngelerini bozmaya muktedir olmadan çok önce, sistemin umumi paralel kaydırma hareketini saptırmak için yetecek kadar mahsûs olacağı muhtemeldir; çift yıldız bir kelime ile, bölünemez bir atom gibi hareket edecektir.

Her ne olursa olsun, basınç ve bunun sonucu olarak, gaz küresinin merkezinde, ısı küre ne kadar büyük olursa o kadar büyük olacaklar. Çünkü basınç üstüste gelen bütün tabakaların ağırlığı ile artar. Bizim aşağı yukarı samanyolunun merkezinde olduğumuzu farz edebiliriz ve yıldızların ortalama öz hızının gözlemını yaparak, bizim gaz küremizin merkez sıcaklığına tekabül eden şeyi bilebileceğiz ve onun yarıçapını tâyin edeceğiz.

Aşağıdaki düşüncelerle sonuç hakkında bir fikir edinebiliriz: daha yalın bir hipotez yapalım: samanyolu kürevidir, kitleler de orada bir cinsten olmak üzere dağılmışlardır; bundan çıkan sonuç yıldızların orada merkezleri aynı olan birtakım elipsler çizmeleridir. Hızın yüzeyde sıfır olduğunu farz edersek mer-

kezdeki bu hızı dirik kuvvetler denklemiyle hesabede-
biliriz. Böylece bu hızın kürenin yarıçapı ile ve yoğun-
luğunun kare kökü ile orantılı olduğunu buluyoruz.
Bu kürenin kitlesi güneşin kitlesi olsaydı ve yarıçapı
da yer yörüngesinin yarıçapı olsaydı bu hız, yörünge-
si üzerinde yerin hızı olacaktı (bunu görmek kolay-
dır). Fakat farz ettiğimiz halde, güneşin kitlesi, ya-
rıçap, en yakın yıldızların uzaklığı olduğuna göre, yarı-
çapı bir milyon defa daha büyük bir küre içinde da-
ğılmak zorunda olacaktır; yoğunluk 10^{18} defa daha
küçüktür; çünkü hızlar aynı basamaktadırlar. O hal-
de yarıçapın 10^9 defa daha büyük, yani en yakın yıl-
dızların uzaklığından 1.000 defa daha büyük olması
gerekir. Bu ise samanyolunda aşağı yukarı bir milyar
yıldız olması demektir.

Fakat bu hipotezlerin realiteden çok uzaklaştık-
larını söyleyeceksiniz; ilkin, samanyolu kürevi değıl-
dir ve pek az sonra bu nokta üzerine döneceğiz; bun-
dan sonra da gazların kinetik teorisi aynı cinsten bir
küre hipoteziyle uzlaşmaz. Fakat bu teoriye, uygun
olarak doğru hesap yapıldığında şüphesiz farklı, ama
aynı büyüklük basamağından bir sonuç elde oluna-
caktır. O halde böyle bir mesele de, veriler o kadar
pekinsizdirler ki büyüklük basamağı göz önünde tu-
tabileceğimiz biricik gayedir.

İşte burada ilk tembih kendini gösteriyor: Lord
Kelvin'in yaklaşık bir hesapla bulduğum sonucu göz-
lemcilerin teleskoplarıyla yapabildikleri hesaplarla
fark olunacak şekilde uyuşmaktadır; öyle ki bizim
samanyolunu hemen hemen delmek üzere olduğumuz
sonucunu çıkarmak gerekecektir. Fakat bu bize bağ-

ka bir meseleyi çözmemize elverir. Parladıklarından ötürü gördüğümüz yıldızlar vardır; ama yıldızlar arası mekânlarda dolaşan ve varlıkları uzun zaman bilinmemiş kalabilen birtakım karanlık yıldızlar bulunamayacak mı? Fakat o zaman lord Kelvin'in metodunun sağladığı şey, karanlık yıldızların da katıldığı topyekûn sayı olacaktır; rakamı teleskopun verdiği rakamla kıyaslanabildiğinden netice olarak karanlık madde yok demektir veya hiç değilse parlayan maddeden başka bir şey yok demektir.

Daha uzağa gitmeden, meseleyi bir başka bakımdan incelemek zorundayız. Bu suretle teşekkül eden samanyolu acaba sırf bir gazın hayali midir? Crookes'un maddenin dördüncü bir hali kavramını işe karıştırdığı biliniyor; bu halde pek fazla seyrekleşmiş gazlar artık hakiki gazlar olmayıp ışıyan madde adını verdiği şey olurlar. Yoğunluğunun azlığı dolaşısıyla, samanyolu gaz halindeki maddenin mi, yoksa ışıyan maddenin hayali mi olacaktır? Bu bize cevap sağlayacak olan *serbest dolaşım* adı verilen şeyin göz önünde tutulması olacaktır.

Bir gaz molekülünün yörüngesi ardardınca gelen sadmelere tekabül eden pek küçük yaylar. Birbirine bağlanmış doğru parçalardan yapılmış gibi alınabilir. Bu parçalardan her birinin uzunluğu *serbest dolaşım* adı verilen şeydir; bu uzunluk, şüphesiz, bütün parçalar ve bütün moleküller için aynı değildir, fakat bir ortalama bulunabilir. *Ortalama dolaşım* adı verilen de budur. Gazın yoğunluğu ne kadar az olursa bu da o kadar büyüktür. Ortalama dolaşım gazın içinde bulunduğu kabın boyutlarından daha büyük

olduğu zaman madde ışıyıcıdır, öyle ki bir molekül sadmeye mâruz kalmadan bütün kabı dolaşmak imkânına malik olsun; aksi halde, gaz olarak kalır. Bundan çıkan sonuç aynı bir seyyalenin küçük bir kabda ışıyıcı, büyük bir kabda da gaz halinde bulunabileceğidir; belki bundan ötürü, bir Crookes tüpünde, tüp ne kadar büyük olursa boşluğu o kadar ileri götürmek gerekir.

O zaman samanyolu için ne olacak? Bu, yoğunluğu çok küçük olan, fakat boyutları pek büyük olan bir gaz kitlesidir; bir yıldız, sadmeye mâruz kalmadan, yani yolundan fark olunacak şekilde saptırılmak üzere başka bir yıldızın bir hayli yakınından geçmeden bu gaz kitlesi arasından geçebilecek midir? *Bir hayli yakından ne kastediyoruz?* Bu ister istemez bir parça indidir; bunun güneşin Neptün'e olan uzaklığı olduğunu kabul edelim, bu ise on derecelik bir sapmayı gösterir; yıldızlarımızdan her birinin bu yarıçapın muhafaza küresiyle çevrildiğini farz edelim; bu küreler arasından bir doğru geçebilecek midir? Samanyolunun yıldızlarının ortalama uzaklığında bu kürelerin yarıçapı aşağı yukarı bir saniyenin onda biri kadar bir açı altında görülecektir; halbuki bizim de bir milyar yıldızımız var. Yarıçapı saniyenin onda birine eşit bir milyar küçük daireleri gök küresine yerleştirelim. Bu dairelerin gök küresini birçok defalar kaplaması için elimizde ihtimaller var mıdır? Hiç de! Onlar ancak on altı binde bir parçasını kaplıyacaklardır. Böylece samanyolu gaz halindeki maddenin bir hayali olmayıp Crookes'un ışıyan maddesinin hayalidir. Bundan böyle, bundan çı-

kardığımız sonuçlar pek az kati ve sarîh olduklarından bunları ancak duyulabilir şekilde tadil etmek zordurdayız.

Fakat başka bir güçlük var: samanyolu kürevi değildir. Biz de buraya kadar onu kürevi imiş gibi düşündük. Çünkü bu, mekânda tek başına kalmış olan bir gazın aldığı denge şeklidir. Buna karşılık, şekli yuvarlak olan ve buraya kadar söylediklerimizin kendilerine daha iyi uyacağı birtakım yıldız kümeleri vardır. Herschel vaktiyle onların dikkate değen görüşlerini açıklamakla uğraşmıştı. O, kümelerin yıldızlarının yeknesak olarak, bir küme, aynı cinsten bir küre olacak şekilde dağıldıklarını farz ediyordu; her bir yıldız o zaman bir elips çizecek ve bütün yörüngeleri aynı zaman içinde dolaşmış olacaklardır, öyle ki bir zaman sonunda, küme ilk aldığı şekli tekrar alacak ve bir teşekkül de duraklır olacaktır.

Ne yazık ki, kümeler aynı cisten görünmüyorlar; merkezde bir tesadüf müşahede olunuyor. Küre bir cinsten olduğu zamanda bile müşahede olunacaktır. Çünkü merkezde daha kalındır; ama o kadar berriz olmayacaktır. O halde daha çok bir kümeyi adiyabatik denge halinde bulunan ve bir gaz kitlesinin denge şekli olduğundan kürevi bir şekil alan bir gazla kıyaslamak kabildir.

Fakat bu kümeler, muhtemel olarak kendine katıldığı samanyolundan çok daha küçük türler, ve her ne kadar daha yoğunlu olsalar da onlar daha çok bize ışıyan maddeye benzer bir şey vereceklerdir, diyeceksiniz; halbuki gazlar ancak molekülle-

rin sayısız sadmeleri neticesinde adiyabatik dengele-
rine erişebilirler. Buna belki bir çare bulunacaktır.
Farz edelim ki, kümenin yıldızlarının, yüze vardıkları
zaman hızlarının sıfır olması için yetecek kadar ener-
jileri olsun; o zaman kümeyi sadmesiz geçebilecekler,
ama yüzeye varınca geriye dönecekler ve yeniden o
kümeyi geçeceklerdir; birçok geçişlerden sonra, sonun-
da bir sadme ile sapmış olacaklardır; bu şartlar altın-
da, gaz gibi alınabilecek bir madde daha elde ede-
cektik. Tesadüfi olarak kümede hızı daha büyük olan
yıldızlar bulunduyorsa bunlar oradan çok zaman önce
ve bir daha oraya dönmek üzere terk etmişlerdir.
Bütün bu sebeplerden ötürü, bilinen kümeleri ince-
lemek, yoğunluklar kanununu bilmeye çalışmak ve
gazların adiyabatik kanununun bu olup olmadığını
görmek meraklı bir şey olacaktır.

Fakat samanyoluna tekrar dönelim; o kürevi
değildir ve daha çok yassı bir safiha olarak tasarlan-
acaktır. O zaman, yüzeyden hızı olmadan hareket
eden bir kitlenin ayrı hızlarla bu kitlenin safihanın
ortasının yakınındaki yüzeyden veya safihanın ken-
rından hareket ettiğine göre merkeze varacağı açık-
tır; hız safihanın kenarından hareket ettiği takdirde
ehemmiyetli derecede büyük olacaktır.

Halbuki şimdiye kadar biz yıldızların öz hız-
larının, bizim gözlemimizi yaptığımız hızların benzer
kitlelerin erişecekleri hızlarla kıyaslanmaları gerekti-
ğini kabul etmiştik; bu bir zorluk çıkarmaktadır. Da-
ha yukarda samanyolunun boyutları için bir değer
verdik ve bunu yörüngesi üzerindeki yerin büyüklük
basamağının aynı basamağı haiz olan gözlenmiş öz

hızlardan çıkardık; fakat bizim bu suretle ölçtüğümüz boyut nedir? Kalınlık mı? Safiyanın yarıçapı mı? Bu şüphesiz ikisinin arasında bir şeydir. Fakat kalınlığın kendisi hakkında veya safiyanın yarıçapı hakkında ne diyebiliriz? Hesabı yapmağım için verilerden mahrum; öz hareketlerin derinleştirilmiş bir tartışması üzerine hiç değİLse takribi bir değİr tâyinini dayandırmak imkânını size sezdirmekle yetimsiyeceğim.

İşte o zaman iki hipotezle karşı karşıya buluna-cağız: Ya samanyolunun yıldızları çoğunlukla galaktik düzleme paraleldir, fakat esasen bu düzleme paralel olarak bütün yönlerde yeknesak bir şekilde dağılmışlardır. Bu böyle ise, öz hareketlerin gözlemi samanyoluna paralel olan mürekkiplerin üstünlüğünü bize bildirmek zorundadır. Bu ilerde görülecek bir şeydir. Çünkü sistemli bir tartışmanın bu bakıma göre yapıp yapılmadığını bilmiyorum. Bir yandan da, böyle bir denge ancak gelip geçici olacak, çünkü sadmelerin neticesinde, moleküller, yıldızlar demek istiyorum, samanyoluna dik yönde hatırı sayılır birtakım hızlar kazanacaklar, sonunda da düzleminden çıkacaklardır. Öyle ki sistem, yalnız kalmış bir gaz halindeki kitlenin biricik denge şekli olan şekle doğru gidecektir.

Veya bütün bir sistem müsterek bir dönme hareketiyle hareket halindedir; işte bu yüzdendir ki Yer gibi, Jupiter gibi ve dönen bütün cisimler gibi yassılaşmıştır. Ancak yassılaşma çok büyük olduğundan dönmenin hızlı olması gerekir. Şüphesiz hızlı; fakat bu kelimenin mânası üzerinde anlaşmak lâzım-

dır. Samanyolunun yoğunluğu, güneşinkinden 10^{25} defa daha azdır ;güneşinkinden $\sqrt{10^{25}}$ defa daha küçük olacak olan bir dönme hızı yassılaşıma bakımından onunla eşdeğerde olacaktır; Yerin hızından 10^{12} defa daha yavaş olan bir hız, yani yüzvılda bir saniyelik yayın otuzda bir kadar bir hız çok çabuk; duraklı dengenin mümkün olması için hemen hemen çok çabuk bir dönme olacaktır.

Bu hipotezde, gözlemi yapılabilen öz hareketler bize yeknesak olarak dağılmış gibi görünecekler, galaktik düzleme paralel olan mürekkepler için artık bir üstünlük bulunmayacaktır. Bunlar dönmenin kendisi hakkında bize hiçbir şey öğretmeyeceklerdir, çünkü biz dönen sistemin içinde bulunuyoruz. Helezon şeklindeki nebülözler bizim samanyolundan ayrı, başka başka samanyolları iseler bu dönme ile sürüklenmemişlerdir ve onların öz hareketleri incelenebilir. Bunların çok uzak oldukları doğrudur; bir nebülözün boyutları samanyolunun boyutları ise ve görünürdeki yarıçapı, sözgelimi, 20" ise, uzaklığı samanyolunun yarıçapının 10.000 mislidir.

Fakat bunun hiçbir ehemmiyeti yok, çünkü biz onlardan kendi sistemimizin paralel kaydırması hakkında değil, dönmesi hakkında bilgi istiyoruz. Sabit yıldızlar, görünürdeki hareketleriyle, uzaklıkları çok büyük olsa bile, Yerin günlük dönmesini bize bildirirler. Ne yazık ki, görelî olarak ne kadar çabuk olursa olsun, samanyolunun mümkün olan dönmesi mutlak bakımdan çok yavaştır ve esasen nebülözler üzerindeki noktalanmış yerler pek kesin olamaz; bir şey öğ-

renmek için binlerce yıllık gözlemler yapmak gerekecektir.

Ne olursa olsun, bu ikinci hipotezde, samanyolu-
nun şekli katı bir denge şekli olacaktır.

Belki gerçeğe daha yakın olan üçüncü bir hipotez bulunduğundan ötürü bu iki hipotezin görecelik değerini daha uzun zaman münakaşa etmiyeceğim. Çözülmez nebülözler arasında birçok familyalar ayırdolunacağı biliniyor: Orion gibi düzgün olmıyan nebülözler, gezegen ve halka nebülözler, helezon nebülözler. İlk iki familyanın tayfları tâyin edilmemişlerdir, süreksizdirler; o halde bu nebülözler yıldızlardan teşkil edilmemişlerdir; esasen onların gök yüzündeki dağılımı samanyoluna bağlı gibi görünüyor. İster ondan uzaklaşmak, ister bunun aksine olarak ona yaklaşmak temayülünü gösterebilirler, sisteme katılıyorlar demektir. Aksine olarak helezon nebülözler umumi olarak samanyoluna tâbi değiller gibi göz önünde tutulurlar. Samanyolu gibi, onlar da bir sürü yıldızlardan teşekkül ettikleri, ve bir kelime ile bizimkinden çok daha uzaklarda bulunan başka başka samanyolları olduğu kabul olunur. Stratonoff'un son araştırmaları bizi samanyolunun kendisine de bir helezon nebülözü gibi baktırmaya sevk ediyor. İşte size bahsetmek istediğim üçüncü hipotez de budur.

Helezon nebülözler tarafından gösterilen ve tesadüften ileri gelmeleri için fazla düzgün ve fazla sabit olan bunca garip görüşleri nasıl açıklamalı? İlkın, kitlenin dönme halinde olduğunu görmek için bu hayallerden biri üzerine göz atmamız yeter; hattâ

dönmenin yönünün ne olduğu görülebilir de. Bütün helezon yarıçaplar aynı yöne doğru eğrilmişlerdir; *Eksene* göre geç kalmış olan yürüyen kanat olduğu apaşıktır ve bu da dönmenin yönünü tâyin eder. Fakat hepsi bu kadar değildir; bu nebülözlerin sükûnet halinde bulunan bir gaza, hattâ düzgün bir dönmenin hükmü altında görelilik dengede bulunan bir gaza da temsil edilemeyecekleri açıktır; bunları iç akımların hüküm sürdüğü daimî bir hareket halinde bulunan bir gazla mukayese etmek gerekir.

Sözgelimi, merkez çekirdeğinin dönmesi duraklı bir denge için çok hızlı olduğunu farz edelim (bu kelimeden ne kasdettiğimi biliyorsunuz). O zaman ekvator da dışa doğru kaçan kuvvet, çekmeye üstün gelecek, yıldızlar da ekvator dan sıvışmaya çalışacaklar ve ayrı yönlerde akımlar teşkil edeceklerdir. Ama uzaklaşarak, onların dönme momenti sabit kaldığından ve vektör yarıçapı arttığından onların açılık hızları azalacak, bundan ötürü de yürüyen kanat geç kalmış görünüyor.

Bu görüş tarzında hakiki, daimî bir hareket bulunmayacaktır, merkez çekirdek durmadan, artık geriye dönmemek üzere bırakıp gidecek olan ve yavaş yavaş boşalacak olan madde kaybedecektir. Fakat hipotezi tadil edebilirsiniz. Yıldız uzaklaştıkça, hızını kaybeder, sonunda da durur. Bu anda çekme onu yeniden kavrar ve onu çekirdeğe doğru götürür; o halde merkeze doğru akımlar bulunacaktır; yandan bir çevirme ile cephe yönünü değiştiren savaş halinde bir kıta ile mukayese yapacak olursak merkeze doğru akımların birinci sırada, merkezden uzaklaşan akımların

da ikinci sırada olduklarını kabul etmek gerekir; gerçekte, merkezden uzaklaşan mürekkep kuvvetin uç tabakalar üzerine oğul (essaim) un merkez tabakaları tarafından yapılan çekme ile denkleşmesi gerekir.

Esasen, bir müddet sonra, daimi bir rejim kurulur ve oğul eğrilmiş olmakla, yürüyen kanad tarafından eksen üzerine yapılan çekme eksenini yavaşlatmaya çalışır ve yürüyen kanat üzerine eksenin çekmesi artık gecikmesini artırmıyan bu kanadın yürüyüşünü hızlandırmaya çalışır. Öyle ki, sonunda, bütün yarı çaplar düzgün bir hızla dönerler. Bununla beraber çekirdeğin dönmesinin yarıçapların dönmesinden daha çabuk olduğunu kabul etmek gerekir.

Bir mesele, var olmakta devam ediyor; bu merkeze doğru ve merkezden uzaklaşan oğullar her tarafta biraz serpilecekleri yerde niçin yarıçaplar halinde bir merkezde toplanmaya çalışıyorlar? Bu yarıçaplar neden düzgün olarak dağılıyorlar? Bu oğullar bir merkezde toplanırlarsa bunun sebebi daha önceden var olan oğulların, yakındaki çekirdekten çıkan yıldızlar üzerine yaptığı çekmedir. Bu eşitsizlik meydana gelir gelmez bu sebeple şiddetlenmeye doğru gider.

Neden yarıçaplar düzgün olarak dağılmaktadırlar? Bu daha naziktir. Dönmenin bulunmadığını, bütün yıldızların, iki dik düzleme göre dağılımları simetrik olacak şekilde bu iki düzlem içinde olduklarını farz edelim. Simetri yüzünden onların bu düzlemlerden çıkmalarına, ne de simetrinin bozulmasına bir sebep mevcut olamayacaktır. Bu şekillenme, demek, bi-

ze dengeyi sağlıyacaktır, fakat *bu bir duraksız denge olacaktır.*

Bunun aksine olarak, dönme olduğu takdirde birbirlerine eşit ve birbirlerini 90 derece ile kesen dört eğin yarıçap ile, benzer bir denge şekillenmesini elde edeceğiz ve dönme yetecek derecede çabuksa bu denge duraklı olabilecektir.

Ben meseleyi daha fazla açıklaştıracak durumda değilim; bu helezoni şekillerin belki de günün birinde ancak çekim kanunu ile, gazlar teorisini hatırlatan istatistik düşünceleri işe karıştırarak açıklanabileceklerini size sezdirmek bana yeter.

İç akımlar hakkında size demin söylediklerim, öz hareketlerin bütününe sistemli bir şekilde münakaşa etmekte fayda bulunabileceğini size gösterir; işte göğün hartasının ikinci baskısı yapılacağı ve bunun bizim şimdi yaptığımız birinci baskısıyla kıyaslanacağı zaman bir yüzyıl içinde girilebilecek şey de budur.

Fakat sözümüzü bitirmek üzere, dikkatinizi bir mesele üzerine, samanyolunun veya nebülözlerin yaşı üzerine çekmek istiyorum. Bizim gördüğümüzü sandığımız şey doğru çıksaydı biz bunun hakkında bir fikir edinebilirdik. Gazların bize bir modelini sağladıkları bu istatistik denge nev'i ancak büyük sayıda sadmeler neticesinde kurulabilir. Bu sadmeler seyrek iseler bu denge ancak çok uzun bir zaman sonra husule gelebilecektir; samanyolu gerçekten (veya hiç olmazsa bölümü bulunan yıldız kümeleri) ve nebülözler bu dengeyi elde ettilerse bunun sebebi onların çok eski olmalarıdır ve onların yaşı hakkında elimizde as-

gari bir had bulunacaktır. Yine bizim elimizde âzama bir had de bulunacaktır. Bu denge son denge değildir ve her zaman devam edemeyecektir. Bizim helezon nebülözlerimiz daimî bir hareket halinde bulunan gazlara temsil olunabileceklerdir. Fakat hareket halindeki gazlar yapışkandır ve hızları, sonunda, zayıflar. Burada yapışkanlığa tekabül eden (ve moleküllerin sadmeleri ihtimallerine tâbi olan) şey son derece zayıftır. Öyle ki, şimdiki rejim pek çok uzun bir zaman devam edebilir, fakat daimî olarak devam edemeyecektir, öyle ki, bizim samanyollarımızın ne öncesiz-sonrasız yaşayabilecek, ne de son derece ihtiyarlıyabileceklerdir.

Ama hepsi bu kadar değil. Atmosferimizi göz önünde tutalım: yüzeyde son derece küçük bir sıcaklık hüküm sürmesi gerekir; burada moleküllerin hızı sıfıra yakındır. Fakat ortalama hızdan başka bir şey bahis konusu değildir; sadmeler neticesinde bu moleküllerden biri pek büyük bir hız kazanabilecektir (bu, nadir olarak doğrudur). O zaman da atmosferden çıkacaktır. Bir de çıktı mı, artık bir daha oraya girmeyecektir; o halde atmosferimiz böylece son derece bir yavaşlıkla boşalıyor. Samanyolu da arasıra aynı mekanizma ile bir yıldız kaybedecektir. Bu da süresini sınırlar.

O halde, samanyolunun yaşını bu tarzda hesaplırsak büyük rakamlar elde edeceğimiz muhakkaktır. Fakat burada bir zorluk kendini gösteriyor. Başka düşüncelere dayanan bazı fizikçiler güneşlerin ancak gelip geçici, aşağı yukarı 50 milyon yıllık bir varlığı olabileceği fikrindedirler. Bizim en aşağı raka-

mımız bundan daha çok büyük olacaktır. Samanyolu-
nun evriminin, madde henüz karanlık iken başladığı-
na inanmak gerekir mi? Fakat samanyolunu teşkil
eden yıldızlar hepsinin aynı zamanda olgun bir ya-
şa, bunca az bir zaman devam etmesi gereken bir
yaşa nasıl eriştiler? Veya tamamiyle birbiri ardınca
erişmeleri gerekir mi, ve bizim gördüklerimiz, sön-
müş, veya günün birinde parlıyacak olanların yanın-
da pek küçük bir azınlık değil midirler? Ama mü-
him nispette karanlık maddenin yokluğu hakkında
daha yukarda söylediklerimizle bunu nasıl uzlaştır-
malıyız?

İki hipotezden birini terk etmek zorunda mı-
yız, ama hangisini? Ortadan kaldırmayı iddia etmek-
sizin zorluğa işaret etmekle yetimsiyorum; o halde
büyük bir soru işaretiyle bitireceğim. Bunun için, hat-
tâ çözümleri çok uzak görüldüğü zamanda bile birta-
kım meseleleri ortaya koymak faydalıdır.

BÖLÜM II

FRANSIZ GEODEZİSİ

Küremizin şeklini ve boyutlarını bilmekte ne memfaatımız olduğunu herkes anlıyor; fakat bazı kimseler belki de aranılan sıhhat ve vuzuhtan hayrete düşeceklerdir. Bu acaba faydasız bir lüks müdür? Geodezicilerin sarf ettikleri gayretler neye yarar?

Bu soru bir parlâmento üyesine sorulsaydı onun: "Geodezinin en faydalı ilimlerden biri olduğuna inanmak isterim; çünkü bu bize en çok pahalıya oturan bilimlerden biridir" cevabını vereceğini tasarlıyorum. Size biraz daha vâzıh bir cevap vermeye çalışacağım.

Büyük sanat çalışmalarına, savaş çalışmaları gibi barış çalışmalarına da bir sürü bocalamaları, hesapsızlıkları, faydasız masrafları esirgeyen uzun incelemeler olmadan girilemez. Bu incelemeler ancak iyi bir harita üzerinde yapılabilir, ama bir harita sağlam bir iskelete dayanmadan yapılmak istenilirse hiçbir değeri olmayan bir fanteziden başka bir şey olmayacaktır. Bu iskeleti alınmış bir insan vücudunu ayakta tutmak gibidir.

İmdi, bu iskeleti bize veren geodezik ölçülerdir; o halde geodezi olmadan iyi bir harita olamaz. İyi bir harita olmadan da büyük bayındırlık işleri olamaz.

Bu sebepler, şüphe yok, masrafları haklı göstermeğe yetecektir; fakat bunlar politika adamlarını kandırmaya mahsus sebeplerdir. Burada üzerinde durmanın uygun bulunduğu sebepler bunlar değildir; daha yüksekleri ve daha mühimleri vardır.

O halde biz meseleyi başka türlü ortaya koyacağız: geodezi tabiatı iyi bilmemiz için bize yardım edebilir mi? Onun birliğini ve düzenini bize anlatabilir mi? Tek başına kalmış bir olgunun gerçekte, pek az değeri vardır ve ilmin fevhleleri ancak yenilerini hazırladıkları zaman bir değeri haizdir.

Yer elipsoidi üzerinde küçük bir kambur ortaya çıkarılsaydı bu keşfin kendiliğinden büyük bir ehemmiyeti olmazdı. Bunun aksine olarak bu kamburun sebebini araştırarak yeni birtakım sırlara nüfuz etmek ümidini taşırsak değerlendirilecektir.

O halde, XVIII inci yüzyılda Maupertuis ve La Condamine muhtelif iklimlerle karşılaştıkları zaman bu yalnız bizim gezegenimizin şeklini tanımak için değildi, burada bütün bir dünya sistemi bahis konusu idi. Yer basık olsaydı Newton ve onunla birlikte çekim doktrini ve bütün modern gök mekaniği galebe çalacaktı.

Bugün ise, Newton'cuların zaferinden bir buçuk yüzyıl sonra, geodezinin bize öğretecek hiçbir şey olmadığı sanılır mı?

Fakat kürenin içinde ne olduğunu bilmiyoruz. Maden kuyuları ve sondajlar bize bir veya iki kilometre kalınlıkta bir tabakayı, yani bütün kitlenin binde bir parçasını tanıttılar; fakat altta ne var?

Jules Verne'in tasarladığı olağanüstü bütün seyahatlerden biri belki bizi keşfedilmemiş bölgelere götüren, yerin merkezinde yapılan seyahattir.

Fakat erişemeyeceğimiz bu engin kavalıklar uzaktan sarkaç üzerine tesir eden ve Yer'in küreliliğini bozan çekimlerini icra ederler. O halde geodezi âceta bunları uzaktan tartabilir ve bize onların dağılımı hakkında bilgi verir. Böylece Jules Verne'in ancak muhayyilede gösterebildiği bu esrarlı bölgeleri gerçekten gösterecektir.

Bu boş bir rüya değildir. Bay Faye bütün ölçüleri kıyaslayarak bizi hayretlere düşürmek için bir sonuca varmıştır. Okyanuslar altında, derinliklerde pek büyük yoğunlukta kayalar bulunmaktadır; bunun aksine olarak, kayaların altında, boşluklar vardır.

Birtakım yeni gözlemler, belki de teferruattaki bu sonuçları tadil edeceklerdir.

Bizim sayın dekanımız, bütün hallerde hangi yönden aramak gerektiğini ve geodezicinin Yer'in iç yapısını bilmek hususunda mütecessis jeoloğa ve hattâ bu gezegenin geçmişi ve aslı üzerinde akıl aşındıran düşünüre öğreteceği şeyi bize gösterdi.

Şimdi de, niçin bu bölümü *Fransız geodezisi* olarak adlandırdım? Bunun sebebi her memlekette belki bu bilim bütün bilimlerden daha çöle, milli bir karakter kazandı. Bunun neden böyle olduğunu görmek kolaydır.

Birtakım rekabetlerin bulunması tabiidir. İlmî rekabetler her zaman veya hiç olmazsa hemen hemen her zaman nazikânedir; herhalde bu rekabetler daima verimli olduklarından ötürü, gereklidirler de.

O halde, bunca uzun gayretler ve bir sürü işbirliği yapanları gerektiren bu teşebbüslerde fert şüphesi yok, kendine rağmen silinir, hiçbir kimsenin: bu benim eserimdir demeye hakkı yoktur. O halde rekabetler fertler arasında değil milletler arasında cereyen eder.

Böylece Fransa'nın payının ne olacağını arıyabiliriz. Bu paydan övünmeye hakkımız olduğunu sanıyorum.

XVIII inci yüzyılın başlangıcında, çekim teorisinin istediği gibi, yerin basık olduğunu sanan Newton'cularla, doğru olmıyan ölçülerle aldanmış olarak küremizin uzunca olduğunu sanan Cassini arasında uzun tartışmalar başgösterdi. Meseleyi doğrudan doğruya ancak gözlem kesip atabilirdi. O zaman için bu koskocaman işe girişen bizim "Bilim Akademisi" miz oldu.

Maupertuis ve Clairaut kutup dairesindeki bir derecelik meridiyeni ölçerlerken Bouguer ve La Condamine o zaman İspanyaya bırakılmış ve bugün Equator Cumhuriyetini teşkil eden bölgelerdeki Andes dağlarına yönelmişti.

Bu işi üzerine alanlarımız büyük yorgunluklara mâruz kalıyorlardı. Seyahatler bugün olduğu kadar kolay değildi.

Elbette, Maupertuis'nin faaliyette bulunduğu memleket bir çöl değildi, hattâ, denildiğine göre, Lapon kadınları arasında. hakiki kutup seyyahlarının tatmadığı şu tatlı gönül hoşnutluklarını tattı. Bu, bugün aşağı yukarı, konforlu gemilerin her yaz tu-

rist kervanlarını ve genç İngiliz kadınlarını taşıdıkları bölgeydi. Fakat o zamanlarda, Cook ajantası yoktu, Maupertuis de güzel bir gönül seyahati yaptığını sanıyordu.

Belki de tamamiyle haksız değildi. Ruslar ve İsveçliler bugün Spitzberg'de, hakiki bangizlerin bulunduğu bir memlekette buna benzer birtakım ölçmeler yapıyorlar. Fakat bunlar tamamiyle başta imkân ve vasıtalara maliktirler ve zaman farkı enlemler arasındaki farkı telâfi etmektedir. Maupertuis'nin adı bize doktor Akakia'nın pençeleriyle kuvvetle tırmanmış olarak bize kadar gelmektedir; o zaman düşünce kiralı olan bilgin Voltaire'in hoşuna gitmemek talihsizliğine uğramıştı. İlkini aşırı bir şekilde övüldü, ama kıralların gözüne girmek, gözünden düşmek kadar korkunçtur. Çünkü ertesi günler korkuludur.

Voltaire'nin kendisi de bunun tadını tattı. Voltaire: Maupertuis, benim sevgili düşünme ustam, kutup dairesi markisi, dünyanın ve Cassini'nin aziz basuklaştırıcısı; ve hattâ daha yüksek teveccüh göstererek sir İsaac Maupertuis adını verdi. Ona: "Sizinle aynı seviyede tutabileceğim ancak Prusya kiralı vardır. Onun ancak bir matematikçi olması kalmıştır" diye yazdı. Fakat birdenbire sahne değişiyor, artık vaktiyle Argonaute'ların yaptığı gibi onu tanılaştırmaktan veya onun çalışmalarını seyretmek için Olympos'tan tanrılar meclisinin indirilmesinden değil, onun bir tımarhanede zincire vurulmasından bahsediyor. Artık onun yüce zekâsından değil, pek az bilimle, pek çok gülünç şeylerle dolu müstebit gurunundan bahsediyor.

Bu heroi-comique mücadeleleri anlatmak istemiyorum. Bununla beraber benim Voltaire'in iki şiiri üzerinde bazı düşünceler ileri sürmeme müsaade buyurunuz. Onun *itidal üzerine konuşma* (övmelerde ve tenkidlerdeki itidal bahis konusu değildir) şair:

*Can sıkıntısıyla dolu olan yerlerde tenkid ettiniz,
Newton'un evinden çıkmadan bildiği şeyi.*

diye yazdı.

Bu iki mısra (ilk dostluk zamanının aşırı övmeleri yerine geçiyordu) çok haksız ve hiç şüphesiz, Voltaire bunu anlamamak için fazla aydıındı.

O zaman, ancak kendi evinden çıkmadan yapılabilen keşifler takdir ediliyordu.

Bugün ise daha çok, yer verilmeyen teori olacaktır. İşte bu, bilimin amacını bilmemezliktir.

Tabiat gelişigüzel hevesle mi idare ediliyor, veya orada düzen hüküm sürüyor mu? İşte soru budur. Bu düzeni bize bildirdiği zamandır ki, bilim güzeldir ve bundan dolayı öğrenilmeye lâyıktır. Fakat bu ilham bize bir teorinin deneme ile uygunluğundan gelmiyorsa bize nereden gelebilir? Bu uygunluğun olup olmadığını araştırmak, işte bizim amacımız budur. Bundan sonra, birbiriyle mukayese etmemez gereken bu iki terimin biri öbürü kadar elzemdir. Biri için öbürünü ihmal etmek bir mânasızlık olacaktır. Tek tek kaldıkları takdirde teori boş, deneme miyop olacaktır. Her ikisi de faydasız ve beyhude olacaktır.

O halde, Maupertuis'nin bir zafer payı vardır. Elbette Tannı kıvılcımına mazhar olan Newton'un zaferine denk bir zafer, hattâ kendi iş arkadaşı olan

Clairaut'nunkine denk olmayacaktır. Bununla beraber bunu küçük görmek icabetmez, çünkü onun eseri zaruriydi ve XVII nci yüzyılda İngiltereden daha geri kalmış olan Fransa bir sonraki yüzyılda revanşını yerli yerince almışsa o sade bunu yalnız Clairaut'ların, D'Alembert'lerin, Laplace'ların dehasına borçlu değil, aynı zamanda Maupertuis'lerin ve La Condamine'lerin uzun sabırlarına da borçludur.

Geodezinin ikinci kahramanlık devri adını verdiğimiz kısma geliyoruz. Fransa içeriden parçalanmıştır. Bütün Avrupa ona karşı silâhlanmıştı! Âdetâ bu büyük mücadeleler onun bütün kuvvetlerini emmek zorunda görünüyor. Hiç de böyle değil; bilime hizmet etmek için onda daha kuvvet vardır. Bu zamanın adamları hiçbir teşebbüsün önünde gerilemiyorlardı; işte bunlar inan sahibi adamlardı.

Delambre ve Méchain'e Dunkerque'ten Barcelona'ya bir yayı ölçmek işi verilmişti. Bu defa artık Laponya ve Pérou'ya gidilmiyecek; düşman filoları bize oraların yollarını kapıyacaktırlar. Fakat seferler daha az uzak iseler devir de o kadar karışıktır ki engeller, hattâ tehlikeler de o kadar büyüktür.

Fransada Delambre, kendisine şüpheli gözlerle bakan belediyelerin kötü idaresine karşı mücadele etmek zorunda idi. Bunca uzaktan görünen ve doğru gözetlenebilen çan kulelerinin geodezicilere işaret vazifesi gördüğü biliniyor. Fakat Delambre'm geçtiği memlekette artık çan kuleleri yoktu. Bilmem burarlardan hangi proconsul geçmiş ve devrimci vatandaşların mütevazı evlerinin üstünde gururla yükselen bütün çan kulelerini yere indirmekle öğünmüştü.

O zaman görünebilir bir hale koymak için beyaz bir bez gerilen bir rahtadan piramitler dikildi. Bu defa da başka mânaya alındı: beyaz bez ha! Son zamanlarda aşılan dağ başlarında, devrime karşı devrimin menfur bayrağını dikmek cesaretini gösteren pervasız kimdi? Beyaz beze mavi kırmızı şeritler ilâve olunmak zorunda kaldı.

Méchain İspanyada faaliyette bulunuyordu, zorluklar daha başka idi, ama daha az değildi. İspanya köylüleri buna hasım idiler. Orada çan kuleleri yok değildi, fakat orada esrarlı, belki de şeytani aletlerle yerleşmek bir dine karşı bir saygısızlık değil miydi? Devrimciler İspanyanın müttefiki idiler, ama biraz zan altında kalan müttefiklerdi.

Méchain: "Durmadan, bizi boğazlamaya gelmekle tehdidediyorlar" diye yazıyor. Hele şükür, papazların vaitleri, evекlerin pastoral mektupları sayesinde, bu yabancı İspanyollar tehdidetmekle kalıyorlardı.

Birkaç yıl sonra, Méchain İspanyaya ikinci bir sefer daha yaptı: meridiyeni Barselondan Balear'lara kadar uzatmayı düşünüyordu. İlk defa uzak bir adanın yüksek bir dağına dikilen işaretlerin gözlemini yaparak triyangülâsyonlarla geniş bir boğazı atlatmaya çalışıyordu. Teşebbüs iyi düşünülmüş ve iyi hazırlanmıştı. Bununla beraber başarısızlığa uğradı. Fransız bilgini mektuplarında acı acı şikâyet ettiği her türlü zorluklarla karşılaştı. O: "Cehennem, belki biraz mübalâğa ile, cehennemin veryüzüne kustuğu bütün musibetler, fırtınalar, harb, veba ve karanlık entrikalar bana karşı saldırmışlardır" diyordu.

Vakaa, işbirliği yaptığı kimselerde iyi niyetten ziyade mağrurca bir dik kafalılığa raslaması ve tesadüfen çıkan bin bir ârızanın çalışmasını geciktirmesidir. Veba hiçbir şey değildi, veba korkusu daha korkunçtu. Bütün bu adalar komşu adalardan çekiniyorlardı ve onlardan bir musibet gelmesinden korkuyorlardı. Méchain, uzun haftalardan sonra, bütün kağıtlarını sirkeye koydurmak şartıyla, karaya çıkma müsaadesini elde etti; bu, o zamanın antisepsisi idi.

Usanmış ve hasta olarak geri çağırılmasını istediği sırada öldü.

Bitmemiş eseri ele almak ve iyi bir sonuca erdirmek şerefini Arago ile Biot aldılar.

İspanyol Hükümetinin desteklemesi ve birçok evекlerin himayesi ve bilhassa bir meşhur çete reisinin himayesi altında, işler bir hayli süratle ilerlediler. Hele şükür bu işler bitmişti, Biot da fırtına başladığı zaman Fransaya dönmüştü.

İşte bu bütün İspanyanın bize karşı istiklâlini müdafaa etmek için silâhlara sarıldığı zamandı. Niçin bu yabancı, işaretler vermek üzere dağlara çıkıyordu! Bu elbette Fransız ordusunu çağırmak içindi. Arago ancak kendini hapsedtirmek suretiyle halkın elinden yakasını kurtarabildi. Hapishanede, kendi yaptığı için hikâyesini İspanyol gazetelerinde okumaktan başka eğlencesi yoktu. Bu zamanın gazeteleri arasına yersiz ve zamansız birtakım haberler veriyorlardı. Hiç değilse kendinin cesaretle ve Hristiyanca öldüğünü öğrenmek tesellisini elde etti. Artık hapis hanenin kendisi de emin değildi, oradan kaçmak ve

Cezayir yolunu tutmak zorunda kaldı. Oradan Marsilyaya gitmek üzere bir Cezayir gemisine bindi. Bu gemi bir İspanyol korsan gemisi tarafından yakalandı, Arago da İspanyaya gönderiliyor, haşarat ortasında ve en korkunç sefalet içinde hapishaneden hapishaneye sürükleniyordu.

O ancak kendi tebaası ve misafirleri hakkında harekete geçseydi, Cezayir beyi hiçbir şey demiyeckti. Ama gemide Afrika hükümdarının Napoleón'a gönderdiği hediye olan iki aslan vardı. Cezayir beyi harble tehdidetti.

Gemi ve esirler serbest bırakıldı. Gemide bir astronom bulunduğundan geminin pontası doğru olarak yapılabilirdi. Fakat astronomu deniz tutuyordu, ve Marsilyaya gitmek isteyen Cezayirli gemiciler Bougie'ye yanaştılar, Arago buradan binbir tehlike içinde yaya olarak Kabylie'vi geçerek Cezayir'e döndü. Uzun zaman Afrikada tutuldu ve kürek cezasıyla tehdit olundu.

Sonunda, Fransaya dönebildi; gömleği altında sakladığı gözlemleri ve daha çok garip olarak, aletleri bu korkunç sergüzeştlere zivansız atlatmıştı.

Buraya kadar Fransa sade ilk mevkii işgal etmemiş, aynı zamanda sahnede hemen hemen tek başına kalıyordu. Bunu takibeden yıllarda, biz eli boş durmadık ve bizim genelkuşayımızın haritası bir modeldir. Bununla beraber yeni gözlem ve hesap yöntemleri bize bilhassa Almanyadan ve İngiltereden geldi. Ancak kırk yıldan beridir ki Fransa tekrar eski yerini aldı.

Fransa bunu bir bilgin subaya, general Perrier'ye borçludur. Bu general gerçekten cüretli bir teşebbüsü, İspanya ile Afrika haritalarının birleştirilmesi işini başarıyla icra etti. Akdenizin iki kıyısı üzerinde dört tepe üzerine birtakım istasyonlar kuruldu. Uzun aylar esnasında, sakin ve berrak bir hava beklenildi. Nihayet, denizlerin üstünde üç yüz kilometre yol alan ince ışık görüldü. İş başarılmıştı.

Bugün daha atılınca projeler tasarlandı. Nis'e yakın bri dağdan Korsika'ya, geodezik tâyinler maksadiyle değil, ışığın hızını ölçmek için birtakım işaretler gönderilecek. Uzaklık ancak 200 kilometredir, ama ışık ışını Korsikaya yerleştirilmiş bir ayna üzerine yansıdıktan sonra, gidip gelme seyahatini yapmak zorunda kalacaktır. Yolda, yolu şaşırması gerekecektir, çünkü dosdoğru çıktı nokta dönmek zorundadır.

O zamandan beri, Fransız geodezisinin faaliyeti yavaşlamadı. Bizim artık bunca hayretler verici sergüştleri anlatmaya ihtiyacımız yoktur, ama gerçekleştirilen bilim işi çok büyüktür. Deniz aşırı Fransız toprağı, tıpkı anavatanınki gibi, sıhhatle ölçülmüş birtakım üçgenlerle döşenmiştir.

Gittikçe daha titiz oluyoruz. Bizim babalarımızın hayran oldukları şeyler bugün bize yetmiyor. Fafat daha çok sıhhat arandıkça, zorluklar hatırı sayılır şekilde artmaktadır; etrafımız birtakım tuzaklarla çevrilmiş bulunuyor, ve şüphe edilmeyen bin bir yanılma sebebinden çekinmemiz gerekir! O halde gittikçe mükemmelleşen aletler yaratmak lâzumdur.

Burada da, Fransa geri kalmadı. Bazıların ve açılardan ölçülmesi için âletlerimizin hiçbir kusuru yoktur. Şimdiye kadar bilinmiyen bir sıhhatle çekmeyi tâyin etmeye elveren Albay Defforges'un sarkacını da zikredeceğim.

Fransa geodezinin geleceği şimdi birbiri ardınca General Bassot ve General Berthaut tarafından idare edilen, ordunun coğrafya bürosunun elindedir. Bundan dolayı fazla kutlulanmıyacaktır. Geodezi yapmak için bilim istidatları yetmez; bütün iklimlerde uzun yorgunluklara göğüs gerebilmek gerekir; şefin işbirliği yaptığı kimselerin itaatını elde etmesini ve onu yerli yardımcılara kabul ettirmesini bilmesi gerekir. İşte bunlar askeri mezivetlerdir.

Bundan başka, bizim ordumuzda bilimin her zaman cesaretle birlikte yürüdüğü bilinmektedir.

Bir askeri teşekkülün zaruri işbirliğini sağladığını ilâve ediyorum. Bağımsızlıklarını kıskanan, şan ve şerefleri, adını verdikleri şey üzerinde titreyen, bununla beraber her ne kadar büyük mesafelerle birbirinden ayrılmış olsalar da birlikte iş yapmak zorunda bulunan âmillerin birbirine rakip iddialarını uzlaştırmak çok güç olacaktır. Geçmiş zamanın geodezicileri arasında, çok defa, bazıları uzun yankılar vapan bir takım tartışmalar oldu. Akademi uzun zaman. Bouguer ile La Condamine arasındaki kavgadan çınladı durdu. Askerlerin tutkularından uzak kaldıklarını söylemek istemiyorum, ama disiplin çok fazla alıngan izzetineflere susmayı emreder.

Bayağı birçok hükümetler geodezik işlerini düzenlemek için subaylarımıza başvurdular. Bu, Fran-

sanın dışardaki bilim alanındaki tesirinin azalmadığının delilidir.

Hidrograf mühendislerimiz de müşterek esere paylarına düşen şerefli yardımı sağlamaktadırlar. Kıyıların ve sömürgelerimizin haritalarının yapılması, suların alçalma ve kabarmalarının incelenmesi onlara geniş bir araştırma alanı sağlamaktadır. Nihayet Lallemant'ın ustaca ve ince yöntemleriyle yapılan, Fransa'nın umumi nivelmanını zikredeceğim.

Bu gibi insanlarla, gelecekte eminiz. Esasen onlar da çalışmaktan geri kalmıyacaklardır. Bizim sömürge imparatorluğumuz onlara iyi keşfolunmamış çok geniş birtakım sahalar sağlar. İş bununla kalmıyor: milletlerarası geodezi derneği vaktiyle La Condamine tarafından tâyin edilen Quito yayının yeni bir ölçümünün gerekliliğini kabul etti. İşte bu işle vazifelendirilen Fransadır; o bu hususta bütün haklara sahipti, çünkü atalarımız, âdeta, Cordillière'lerin bilim fethini yapmışlardı. Bu haklar, esasen, inkâr edilmemişti, hükümetimiz de bu haklarını kullanmak istedi. Yüzbaşı Maurin ve Lacombe bir ilk keşif yaptılar ve onların geçilmesi zor memleketleri geçerek ve en sarp tepeleri tımanarak vazifelerini yapmakta gösterdikleri sürat, her türlü övmelere lâyıktır. Bu, kendilerini demir adamlar lâkabını takan Equateur Cumhuriyetinin Başkanı General Alfaro'nun hayranlığına sebeb olmuştur.

Son sefer heyeti, yarbay Bourgois (o zaman binbaşı) nın kumandası altında yola çıktı. Elde edilen sonuçlar tasarlanmış olan ümitleri doğru çıkardı. Fa-

kat subaylarımız iklimden ıleri gelen umulmadık güçlüklerle karşılaştılar. Birçok defalar onlardan birinin gözetmek zorunda olduğu ve görünmemekte direnen işaretlerden hiçbir şey görmeksizin bulutlar arasında ve karlar içinde 4.000 metre yükseklikte aylarca kalması gerekti. Fakat sebatları ve cesaretleri sayesinde elde olunan sonuç ancak, ölçmelerin doğruluğuna tesirleri olmaksızın, bir gecikme ve masrafların fazlalığı olmuştur.

UMUMİ SONUÇLAR

Yukardaki sahifelerde açıklamaya çalıştığım şey bilginin tecessüsünü çeken sayısız olgular arasından bir seçme yapmak üzere işi nasıl tutması gerektiğidir. Çünkü zihninin tabii sakatlığı da onu, her ne kadar seçme daima bir fedakârlık olsa da, buna zorlar. Onu ilkin, bir taraftan çözülecek meselenin tabiatını hatırlıyarak, bir yandan da bellibaşlı çözüm aleti olan insan zihninin tabiatını daha iyi anlamaya çalışarak birtakım umumi düşüncelerle açıkladım. Bundan sonra, birtakım misaller açıkladım; bu misalleri bitmez tükenmezcesine çoğalttım; ben de bir seçme yapmak zorunda kaldım ve tabii olarak en çok incelediğim meseleleri seçtim. Benden başkaları şüphesiz farklı bir seçme yaptılar, fakat bunun o kadar ehemmiyeti yok, çünkü aynı sonuçlara varacaklarını sanıyorum.

Bir olgular hiyerarşisi vardır; bir kısmı büyük bir değeri haiz değillerdir; bize kendilerinden başka hiçbir şey öğretmezler. Bunları tesbit eden bilgin bir olgudan başka bir şey öğrenmemiştir ve yeni birtakım olguları önceden görmeye artık muktedir olmamıştır. Bu olgular, görünüşe göre, bir kere vâkı oluyorlar, fakat tekrarlanamazlar.

Bir yandan da büyük verimi haiz olgular vardır; bunlardan her biri bize yeni bir kanun öğretirler. Mademki bir seçme yapmak gerekmektedir, bilginin ilgilenmesi gereken işte bu olgulardır.

Şüphe yok, bu sınıflama göreliktir ve zihnimizin za'fına tâbidir. Az verimli olan olgular karışık olgulardır, bunlar üzerine birçok haller ve şartlar hissolunabilir bir tesir yapabilirler. Bu haller ve şartlar, bizim birbirinden ayırdedebilmemiz için pek fazla sayıdadır ve pek çok çeşitlidir. Ama bunların daha ziyade, bizim karışık diye hükmettiğimiz olgular olduğunu söylemek zorundayım. Çünkü bu haller ve şartların birbirine zihnimizin gücünü aşar. Şüphe yok, bizimkinden daha ince ve daha geniş bir kafa bunlar hakkında farklı bir şekilde hüküm verecektir. Ama bunun o kadar ehemmiyeti yok. Bizim kullanabileceğimiz şu yüce zihin değil, kendi zihnimizdir.

Çok verimli olgular bizim yalın diye hükmettiğimiz olgulardır. İster iyice tâyin edilen küçük sayıda hal ve şartların tesiri altında olduklarından gerekten yalın olsunlar, ister tâbi oldukları birçok hal ve şartlar tesadüf kanunlarına uysunlar ve böylece birbirlerini karşılıklı olarak telâfi etsinler. Çok defa vâkı olan da işte budur. Tesadüfün ne olduğunu biraz yakından incelemeye bizi zorlayan şey budur. Tesadüf kanunlarının tatbik edildikleri olgular, bu kanunların tatbik edilmedikleri meselelerin son derece karışıklığı önünde cesareti kınılan âlimin kavrayabileceği olgulardır.

Bu düşüncelerin sadece fizikî bilimlere değil, aynı zamanda matematik bilimlere de tatbik edilebildiklerini gördük. İspat metodu fizikçi ve matematikçi için aynı değildir. Ama icat metotları birbirine çok benzerler. Her iki halde de bu metotları olgudan

kanuna çıkmaktan ve bir kanuna götürmeye elverişli olguları araştırmaktan ibarettir.

Bu hususu apaçık bir hale koymak için matematikçinin kafasını iş başında ve üç şekil altında gösterdim. İcatçı ve yaratıcı matematikçinin kafası, uzak atalarımızda veya çocukluğumuzun sisli yıllarında bize içgüdünlük mekân kavramımızı kuran şursuz geometricinin kafası; kendisine orta öğretim hocalarının bilimin ilk ilkelerini açıkladıkları, ve temel tarifleri anlatmaya çalıştıkları yetişkinin kafası. Her tarafta sezginin ve tamim kafasının rolünü gördük, bu olmadan matematikçinin bu üç katı, fikrimi böyle ifade edebilirsem, aynı bir iktidarsızlıkla bitecektir.

İspatın kendisinde de, mantık her şey demek değildir. Hakiki matematik istidlâl, birçok husularda fizik tümevarımdan farklı bulunan, fakat onun gibi hususiden umumiye giden gerçek bir tümevarımdır. Bu sırayı tersine çevirmek için ve matematik tümevarımı mantık kaidelerine irca etmek için yapılan bütün gayretler konuya yabancı olanların kavrayamayacağı bir dil kullanmakla kötü bir şekilde açıklanan birtakım başarısızlıklarla neticelendi.

Fizik bilimlerinden aldığım bu misaller bize büyük verimi haiz olguların pek çeşitli hallerini gösterdi. Kaufmann'ın radyum ışınları üzerinde yaptığı bir deneme hem mekanik, hem optik, hem de astronomide de inkılâp yaptı. Niçin? Çünkü bu ilimler geliştikçe bunları birleştiren bağları daha iyi anladık ve o zaman da evrensellik bilimin haritasının umumi bir nevi resmini gördük. Bütün istikametlerde ayrılan su akıntılarının müşterek kaynağı gibi görünen

ve dört ayrı havzayı besliyen suların Saint-Gothard düğümüyle kıyaslanabilen, birçok bilimlerin müşterek olguları vardır.

O zaman da bu havzalara aşılamaz engellerle ayrılmış ve seçik göziyle bakan bizden öncekilerden daha çok bir ayırt ile olguların seçimini yapabiliriz.

Seçilmesi gereken, daima yalın olgulardır. Fakat bu yılın olgular arasından da demin sözünü ettiğim Saint-Gothard düğümünün yerinde olanlarını tercih etmek zorundayız.

İlimlerin birbiriyle doğrudan doğruya bir bağı olmadığı zaman, onlar yine karşılıklı bir şekilde analoji yoluyla birbirlerini aydınlatırlar. Gazlerin tâbi oldukları kanunlar incelendiği zaman büyük verimi haiz bir olgu ile karşılaşıldığı biliniyor. Bununla beraber, bu verimin, değerinin altında olduğu tahmin olunuyordu. Çünkü gazlar, herhangi bir bakımdan, samanyolunun hayalidir ve ancak fizikçi için ilgi çeken olgular gibi görünen olgular hemen bunları hiç beklemeyen astronomiye yeni ufuklar açacaktır.

Nihayet, geodezici büyük zorlukla diktiği bir işareti görmek için dürbününün birkaç saniye kadar çevrilmesi gerektiğini gördüğü zaman bu pek küçük bir olgudur, ama, bunun sebebi sade bir yer geoidinin üzerinde küçük bir kamburun varlığını ona bildirmesi değil, — çünkü bu kamburun kendiliğinden büyük bir ehemmiyeti yoktur — fakat bu kamburun kürenin içinde maddenin dağılımı hakkında ve bunun sonucu olarak, gezegenimizin geçmişi üzerinde, geleceği üzerinde birtakım bilgiler vermesidir.

SON

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
Önsöz:	1 — 111
Giriş :	3 — 6
Birinci Kitap: Bilgin ve Bilim	
Bölüm I: Olguların Seçilmesi . .	7 — 17
Bölüm II: Matematikğin Geleceği . .	18 — 39
Bölüm III: Matematikte İcat	40 — 58
Bölüm IV: Tesadüf	59 — 86
İkinci Kitap: Matematik İstidlal	
Bölüm I: Mekânın İzafiliği	87 — 111
Bölüm II: Matematik Tarifler ve Öğretim	112 — 137
Bölüm III: Matematik ve Mantık . .	138 — 155
Bölüm IV: Yeni Mantıklar	166 — 173
Bölüm V: Lojistiklerin Son Gayretleri	174 — 193
Üçüncü Kitap: Yeni Mantık	
Bölüm I: Mekanik ve Radyom . . .	194 — 208
Bölüm II: Mekanik ve Optik	209 — 230
Bölüm III: Yeni Mekanik ve Astronomi	231 — 246
Dördüncü Kitap: Astronomi	
Bölüm I: Samanyolu ve Gazlar Teorisi	247 — 264
Bölüm II: Fransız Geodesisi . . .	265 — 278
Vinümü Sonuçlar :	279 — 282







Satış 550.— Lira
KDV 27.50 Lira

№ 7668

KDV'li Satış Fiyatı 577.50 Lira

TOPTAN SATIŞ : İstanbul Devlet Kitapları Müdürlüğü, Ankara,
İzmir, Adana, Samsun, Elazığ ve Erzurum Bölge
Şeflikleri,

PERAKENDE SATIŞ : Milli Eğitim Yayınevleri ve Bakanlık yayınları
satıcısı kitapçılar.