

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>

Batı Klasikleri

18

No. 8574

TOPTAN SATIŞ

İstanbul Devlet Kitapları Müdürlüğü
Ankara, İzmir, Adana, Samsun, Elazığ ve Erzurum
Bölge Şeflikleri

PERAKENDE SATIŞ

Millî Eğitim Yayınevleri
ve Bakanlık Yayınları satıcısı kitapçılar

% 5 KDV DAHİL FİYATI: 3500 LİRA
(3333 Lira + 167 Lira)

18

BİLİMİN DEĞERİ H. POINCARÉ



Batı Klasikleri

**BİLİMİN
DEĞERİ**

H. Poincaré



Batı Klasikleri

BİLİMİN DEĞERİ

H. Poincaré

**Çeviren
FETHİ YÜCEL**



İstanbul 1989

BİRİNCİ BÖLÜM

Matematikte Sezgi ve Mantık

I

Biribirine zıt iki temayül, yahut daha doğrusu birbirinden tamamiyle farklı iki çeşit zihniyet ayırdetmeksizin, büyük matematikçilerin, hattâ küçüklerinin, eserlerini incelemek mümkün değildir. Bazıları her şeyden önce mantıkla meşgul olur; eserlerini okurken, onların, hiçbir şeyi tesadüfe bırakmaksızın tahkim edilmiş mevzie doğru yakınlasmaya çalışan bir Vauban metoduyla, ancak adım adım ilerlemiş olduklarına inanacağımız gelir. Ötekiler sezginin gösterdiği yoldan gider ve ilk hamlede birtakım kazançlar sağlarlar, fakat bunlar, cesur süvari öncülerinin başarıları gibi, çok defa kararsızdır.

Matematikçileri bu iki metottan birini kabule götüren şey, ele aldıkları konu değildir. Çok defa birincilerin *analizci* olduğu söylenir, ötekilere *geometrice* denirse de bu hal bir kısmının geometri yaparken analizci; öbürlerinin sâf analizle meşgul olurken geometrice kalmalarına mâni değildir. Onları sezici veya mantıkçı yapan, zekâlarının tabiatıdır, yeni bir konuyu ele alınca bu tabiattan sıyrılamazlar.

* Vauban (1633 — 1707). Ünlü askeri mühendis ve istihkamcı.

Ruhlarında iki yönsemeden birini geliştirip ötekini boğan şey, aldıkları terbiye de değildir. İnsan matematikçi doğar, sonradan matematikçi olmaz; öyle görünüyor ki, insan matematikçi doğarken, ya geometrici yahut analizci doğmaktadır.

Bazı misaller zikretmeyi isterdim, muhakkak ki bu konuda örnekler eksik değildir; fakat tezadı artırmak için, en uclardaki misallerle başlamak istiyorum: bunları yaşıyan iki matematikçide aramak zorunda kalışım mazur görülsün.

B. Meray, iki terimli bir denklemin daima bir kökü olduğunu, yahut daha kolay bir dille, bir açının daima parçalara bölünebileceğini ispatlamak istiyor. Eğer doğrudan doğruya sezgi ile bildiğimize inandığımız bir hakikat varsa o da budur. Bir açının, her zaman, istenildiği kadar eşit parçaya bölünebilmesinden kim şüphe eder? B. Meray böyle düşünmüyor; ona kalırsa bu önerme hiç de apaçık değildir ve ispatlanması için kendisine birkaç sahife lâzım gelmiştir.

Aksine bir de B. Klein'e bakınız: fonksiyonlar teorisinin en mücerret problemlerinden birini inceliyor; verilmiş bir Riemann yüzeyi üzerinde verilen aykırılıkları (singularités) kabul eden bir fonksiyonun daima bulunup bulunmayacağı söz konusudur. Meşhur Alman geometricisi ne yapıyor? Riemann yüzeyi yerine elektrik iletgenliği belli kanunlara uyarak değişen bir madeni yüzey koyuyor. Bunun iki nokta-

sını bir pilin iki kutbuna bağlıyor. Akımın geçmesi lâzım, diyor, ve akımın yüzey üzerindeki dağılışı tarzı, aykırılıkları önceden ifade edilmiş olan bir fonksiyon belli edecektir.

Şüphesiz, B. Klein ancak üstünkörü bir örnek verdiğini biliyor: böyle olmasına rağmen onu yayımlamakta tereddüt etmemiştir: pek muhtemeldir ki kendisi de bunda kesin bir ispattan ziyade bilmem ne çeşit bir mânevi pekinlik bulunduğuna inanıyordu. Halbuki bir mantıkçı buna benzer bir kavrayışı nefret duyarak reddederdi, daha doğrusu reddetmesine lüzum kalmazdı, zira onun zihninde böyle bir düşünce asla doğamazdı.

Müsaade ederseniz, Fransız biliminin şerefini yükselten iki zatı de mukayese edeyim. Onlar bu yakınlarda aramızdan uzaklaşmışlardır, fakat ikisi de uzun zamandan beri ölmezlik payesine erişmiş bulunuyorlardı.

B. Bertrand ile B. Hermite'ten bahsetmek istiyorum. Aynı okulda, aynı zamanda öğrenci idiler; aynı terbiyeyi görmüşler, aynı tesirlere kapılmışlardı; buna rağmen aralarında ne büyük ayrılık var! Bu, sadece yazdıkları yazılarda göze çarpmıyor; ders okutuşlarında, konuşma tarzlarında, hattâ tavırlarında bile belli oluyor. Bu iki çehre, bütün öğrencilerin hafızasına silinmez hatlarla kazanmıştır; onların derslerini takibetmek bahtiyarlığını tatmış kimseler için bu hâtıra hâlâ yenidir; tazelenmesi bizim için kolaydır.

B. Bertrand konuşurken daima faaliyet halindedir; kâh dışarda bulunan birtakım düşmanlarla savaşıyor gibi görünür, kâh incelediği şekilleri bir el hareketiyle çiziverir. Onun gördüklerini resmetmeye çalıştığı apaçıktır, bu sebeptendir ki el hareketlerine başvurmaktadır. B. Hermite ise tamamen aksinedir; gözleri dış âlemin temasından kaçır; o, hakikatin belirtisini dışarda değil, içerde aramaktadır.

Bu yüzyılın Alman geometricileri arasında bilhassa iki isim çok tanınmıştır; fonksiyonlar genel teorisini, Weirstrass ve Riemann adlı bu iki bilgin kurmuştur, Weirstrass her şeyi seriler fikrine ve bunların analitik dönüşümlerine irca eder; daha iyisi, o, analizi aritmetiğin bir nevi uzantısı haline getirir; Weirstrass'ın bütün kitapları karıştırılsa, içlerinde bir tek şekil görülmez. Riemann, aksine, derhal geometriyi yardıma çağırır, düşüncelerinden her biri bir hayalle tecessüm eder, insan bir kere mânasını anladıktan sonra onu unutamaz.

Yakın zamanlara kadar yaşamış bulunan Lie bir sezici idi; eserlerini okurken tereddüt edilebilirdi, fakat kendisiyle konuştuktan sonra tereddüt kalmıyordu; hayaller yardımıyla düşündüğü derhal belli oluyordu. Bn. Kowalevski bir mantıkçı idi.

Talebelerimizde de aynı farkları görüyoruz; bazıları problemleri «Analizle», bazıları da «Geometri ile» çözmeyi tercih ediyorlar. Birinciler «uzayda görmeyi» beceremiyorlar, ötekiler

ise uzun hesaplardan pek çabuk usanıyor ve bu hesaplar içinde kendilerini kaybediyorlar.

Bu iki çeşit zekânın ikisi de bilimin ilerlemesi için lüzumuludur; mantıkçılar ve sezicilerden her biri ötekinin yapamayacağı büyük işler başarmışlardır. Kim çıkıp da Weirstrass hiç yazı yazmasaydı daha iyi olurdu, diyebilir; yahut Riemann'ın dünyaya gelmemiş olmasını tercih ettiğini süyliyebilir? O halde Analiz ile Sentezin ikisi de meşru birer rol oynamaktadır. Fakat bilim tarihinde bunlardan her birinin payını daha yakından incelemek ilgi verici olur.

II

Şaşılacak şey! Eskilerin eserlerini tekrar okuyacak olursak, onların hepsini sezgiciler arasında sınıflandıracağımız gelir. Halbuki tabiat hep aynı tabiattır, onun mantıktan hoşlanan kafaları ancak asrımızda yaratmaya başlamış olması ihtimali azdır.

Kendimizi o zamanlar hüküm sürmüş olan fikir cereyanları içinde bulundurabilişydik, eski geometricilerden çoğunun, meyil itibariyle analizci olduklarını görürdük. Söz gelimi, Öklid'in kurduğu binada çağdaşları hiçbir kusur bulamıyorlardı. Bu koca binanın her parçasını sezişe borçlu olmakla beraber, bugün büyük bir emek harcamaksızın, onda bir mantıkçının eserini görebiliriz.

Değişen şey zekâlar değil, fikirlerdir; sezici zekâlar gene aynı kalmışlardır; fakat okuyu-

cular kendilerinden daha fazla imtiyaz istemişlerdir.

Bu evrimin sebebi nedir?

Bunu keşfetmek zor bir şey değildir. Sezgi bize ne kesinlik ne de pekinlik verebilir, bunun gittikçe daha iyi farkına varılmıştır.

Bir kaç misal söyleyelim. Türevden mahrum sürekli fonksiyonların var olduğunu biliyoruz. Mantığın bize kabul ettirdiği bu önerme kadar sezgiye aykırı gelen hiç bir şey yoktur. Dedelerimiz hiçbir zaman şöyle söylemekten geri durmamışlardı: «Mademki her eğrinin bir teğeti vardır, o halde her sürekli foksiyonun da bir türevi bulunacağı apaçıktır.»

Nasıl oluyor da sezgi bizi bu derece aldatabiliyor? Sebebi şudur ki bir eğriyi tahayyül ettiğimiz zaman onu kalınlıksız olarak tasarlıyamayız; bunun gibi bir doğru tasarladığımız zaman onu belli genişlikte düz bir şerit olarak görürüz. Bu çizgilerin kalınlığı olmadığını iyi bilmekteyiz; onları gitgide daha incelmış olarak tahayyül etmeye ve böylece limite yaklaşmaya çalışırız; bir dereceye kadar buna muvafak da oluruz, fakat limit hale asla erişemeyiz.

Böyle olunca, biri doğru, öteki eğri olan bu iki dar şeridi, birbirini kesip geçmeksizin bir yerde hafifçe üst üste gelmiş gibi tasarlayabileceğimiz açıktır.

Bu suretle, bir eğrinin daima bir teğete malik olduğu sonucuna varırız, meğer ki kesin bir analiz daha önceden bize bunun aksini bildirmiş olmasın.

İkinci misal olarak Dirichlet prensipini alacağım, matematiksel fiziğin birçok teoremleri ona dayanmaktadır; bugün o, çok kesin fakat çok uzun muhakemeler yardımıyla kurulabilir; eskiden, aksine, kabataslak bir ispatla yetiniliyordu. Keyfî bir fonksiyona tabi bir integral hiçbir zaman sıfır olamaz. Bundan o integralin bir minimuma sahip olacağı sonucuna varılıyordu. Bugün muhakemenin noksan tarafı derhal gözümüze çarpıyor, çünkü mücerret *fonksiyon* terimini kullanıyor ve kelime en genel mânasında anlaşıldığı zaman dahi, fonksiyonların sunduğu bütün aykırılıklara alışmış bulunuyoruz.

Fakat müşahhas hayaller kullanılmış olsaydı, söz gelimi, bu fonksiyon, bir elektrik potansiyeli gibi düşünülseydi, durum böyle olmazdı; o zaman elektrostatik dengeye erişilebileceğini tasdik etmek meşru zannolunabilirdi. Bununla beraber, fizikî bir mukayese belki de birtakım itimatsızlıklar uyandırır. Fakat yapılan muhakeme, Analiz diliyle Fizik dili arasında aracı olan Geometri diline çevrilmiş bulunsaydı, şüphesiz, bu itimatsızlıklar hâsıl olmaz ve belkide böylelikle, bugün bile, meseleden haberi olmıyan birçok okuyucular aldatılabilirdi.

Demek oluyor ki sezgi bize pekinlik vermez. Bundan dolayı ortada bir evrinme olması lâzımdı; şimdi onun nasıl olduğuna bakalım.

Bir kere tariflere kesinlik ithal etmeden, muhakemelere kesinliğin giremeyeceği çok geçmeden anlaşılmıştır.

Matematikçilerin meşgul oldukları şeylerin çoğu fena tarif edilmiş bulunuyorlardı; insan onları bildiğini sanıyordu, çünkü onları duyular ve muhayyile yardımıyla tasarlıyordu; fakat bunlar ancak kaba birer hayaldi, muhakemenin dayanabileceği belgin fikirler değildi.

Mantıkçılar gayretlerini önce bu noktada toplamak zorunda kalmışlardır.

Ortak bölensiz sayılar için durum böyle olmuştur.

Sezgiye borçlu olduğumuz müphem süreklilik fikri, tam sayılar için ispatlanan karışık bir eşitsizlikler sistemine ayrılmıştır.

Böylelikle limite geçişlerden, sonsuz küçükler düşüncesinden doğan zorluklar kesin olarak aydınlanmıştır.

Bugün Analizde, eşitlik yahut eşitsizlik şekleleriyle birbirine bağlı tam sayılardan, yahut sonlu veya sonsuz tam sayılar sisteminden başka bir şey kalmamıştır.

Bir çoklarının söylediği gibi, matematik bilimleri âdeta aritmetikleşmişlerdir.

III

Bir sual ortaya çıkıyor: acaba bu evrinme sona ermiş midir?

En nihayet mutlak kesinliğe vardık mı? Evrinmenin her merhallesinde dedelerimiz de mutlak kesinliğe erişmiş olduklarını sanıyorlardı.

Onlar aldanmışlarsa, acaba biz de onlar gibi aldanmıyor muyuz?

İstidlâllerimizde artık sezgiye başvurmadığımızı sanıyoruz; filozoflar bize bunun bir vehim olduğunu söyleyeceklerdir. Salt mantık, bizi hiçbir zaman genelmelerden başka şey götüremez; onun yeni şeyler yaratmasına imkân yoktur; hiçbir bilim yalnızca mantıkata doğmaz.

Bir mânada bu filozofların hakkı vardır; aritmetiği, geometriyi, yahut herhangi bir bilimi vücuda getirmek için salt mantıktan daha başka şey gereklidir. Bu başka şeyi göstermek için elimizde *sezgi*'den başka kelime yoktur. Fakat aynı kelimeler altında bazan birbirinden farklı ne kadar fikir gizleniyor!

Şu dört aksiyonu mukayese edelim:

1, aynı bir üçüncüye eşit olan iki kemmiyet birbirine eşittir;

2, bir teorem 1 sayısı için doğruysa, ve onun n için doğru olmak şartıyla $n + 1$ için de doğruluğu ispatlanırsa, teorem bütün tam-sayılar için doğru olacaktır;

3. Eğer bir doğru üzerinde C noktası A ile B arasında, D noktası A ile C arasında ise, D noktası muhakkak A ile B arasında olacaktır;

4. bir noktadan bir doğruya ancak bir paralel çizilebilir.

Bunların dördü de sezgiye atfedilmelidir. Böyle olmakla beraber, birincisi formel man-

tık kurallarından biridir; ikincisi hakikî bir *a priori* sentetik hükümdür ve matematik dedüksiyonunun esasıdır, üçüncü muhayyileye hitap eder; dördüncüsü kılık değiştirmiş bir tariftir.

Sezginin mutlaka duyuların şahadetine dayanması şart değildir, böyle olsaydı, çok geçmeden duyular âciz kalırdı; sözgelimi, bin kenarlı bir çokgen tasarlıyamayız, bununla beraber, bin kenarlıyı özel hal olarak içine alan genel çokgenler üzerinde sezgi yoluyla istidlâller yapıyoruz.

Poncelet'nin *süreklilik prensibi* ile ne demek istediğini bilirsiniz. Bir reel kemmiyet hakkında doğru olan şey, diyordu Poncelet, sanal bir kemmiyet için de doğru olmalıdır; asimptotları reel olan hiperbol hakkında doğru olan şey, asimptotları sanal olan elips için de doğru olmalıdır. Poncelet, bu yüzyılın en büyük sezgici zekâlarından biriydi ve böyle olmakla övünüyordu; süreklilik prensipine kendisinin en cüretli fikirlerinden biri göziyle bakıyordu, halbuki bu prensip duyuların şahadetine dayanmıyordu; gerçekten hiperbolü elipse benzetmek, bu şahadetin tam aksini söylemekti. Bu benzetmede bir nevi acele ve içgüdümlü genelleştirme vardı ki burada müdafaa etmek istemiyorum.

Şu halde birkaç çeşit sezgi vardır; birincisi duyulara ve muhayyileye aittir; sonra, denel bilimlerin metotlarına dayanan endüksiyon yoluyla genelleştirme gelir; nihayet salt sayı

sezgisi vardır, biraz önce söylediğim aksiyomların ikincisi bundan çıkmıştır ve hakikî matematik istidlâlini doğurabilir.

Yukarıda misallerle anlattığım gibi, ilk ikisi bize pekinlik veremez; fakat üçüncüden, yani Aritmetikten, ciddî olarak kim şüphe edebilir?

Kesin olmak isteniyorsa, bugünün Analizinde kıyaslarla salt sayı sezgisine müracaatlardan başka bir şey yoktur. Gerçekten bizi aldatamıyan tek seziş budur. Denebilir ki bugün mutlak kesinliğe erişilmiştir.

IV

Filosoflar başka bir itirazda daha bulunuyorlar: «Kesinlikten kazandığınızı, diyorlar, objektiflikten kaybediyorsunuz. Ancak sizi gerçekliğe bağlayan bağları koparmak suretiyle mantık idealinize doğru yükselebiliyorsunuz. Biliminiz kusursuzdur, fakat, o ancak bir fil-dişi kuleye kapanmak ve dış âlemle her türlü ilişkisi kesmek sayesinde böyle kusursuz kalabilir. En küçük bir tatbikata girişmek istediği anda onun kuleden dışarı çıkması lâzımdır».

Söz gelimi, sezgili olduğu için bana ilk bakışta tarif edilemez gibi görünen filân cisimde, falan özelliğın bulunduğunu ispatlamak istiyeyim. Önce bunu başaramam, yahut kabataslak bir ispatla kanaat ederim; nihayet cismin belgin bir tarifini yapmaya karar veririm. Bu, adı geçen özeliğı noksansız bir şekilde ispata elverir.

«Sonra ne olacak? diyor filozoflar, geriye bu tarife uyan cismin, sezginin size tanıttığı cisimle aynı olduğunu göstermek kalır; yahut da sezgili fikrinize uygun olduğunu araçsız olarak bildiğiniz gerçek ve müşahhas cismin, yeni tarifinize iyice tekabül ettiğini göstermek gerekir. Ancak bundan sonra, cismin, sözü geçen özeliğe sahip olduğunu söyleyebilirsiniz. Yoksa güçlüğün yerini değiştirmekten başka bir şey yapmış olmazsınız.»

Bu doğru değildir; güçlüğün yeri değiştirilmemiş, o bölümlere ayrılmıştır. Söz konusu olan önerme aslında birbirinden farklı iki hakikatin bileşmesinden meydana geliyordu. Başlangıçta bunlar birbirinden ayırde-dilememişti. Birincisi bir matematik hakikati idi ve şimdi kesin olarak ispatlanmış bulunuyordu. İkincisi denel bir hakikatti. Gerçek ve müşahhas bir cismin falan veya filân tarife uyup uymadığını yalnız deney bize öğretebilir. Bu ikinci hakikat matematikle ispatlanmış değildir, zaten ispat da edilemez, nasıl ki fizik ve tabiat bilimlerinin ampirik kanunları da matematikle ispat olunamazlar. Bundan fazlasını istemek akla, mantığa sığmazdı.

Böyle olunca, yanlışkla uzun zaman bir tutulmuş olan şeyleri birbirinden ayırdetmek büyük ilerleme değil midir?

Fakat bu, filozofların itirazından ortada bir şey kalmıyor, demek midir? Böyle söylemek istemiyorum; kesinleşmekle, matema-

tik bilimi kimsenin gözünden kaçmıyan bir yapmalık karakteri kazanıyor; kendi tarihî menşini unutuyor; soruların nasıl çözülebileceği görölüyor, fakat onların nasıl ve niçin ortaya çıktıkları görölmez oluyor.

Bu da bize gösterir ki mantık yetmez; ispatlı bilim tekmiil bilim değıldir. Sezgi, mantığı tamamlama rolünü muhafaza etmelidir, ben buna denge ağırlığı veya panzehir rolü de diyebilirdim.

Matematik bilimleri öğretiminde sezgiye ayrılması gereken yer konusu üzerinde evvelce durmuştum. Sezgi olmasaydı, genç zekâlar matematik bilimlerini anlamaya çalışmazlardı; merakları uyanmaz, matematikte boş bir ağız kalabalığından başka bir şey görmezlerdi; hele sezgi olmadıkça, asla onu tatbik etmeyi beceremezlerdi.

Fakat bugün, her şeyden önce sezginin bilimdeki rolünden bahsetmek istiyorum. O, her ne kadar öğrenciye faydalı ise de, yaratıcı bilgine daha ziyade faydalıdır.

V

Biz gerçekliği arıyoruz, fakat gerçeklik nedir?

Fizyolojiciler, organizmaların hücrelerden teşekkül ettiğini bize öğretir; kimyacılar da bizzat bu hücrelerin atomlardan teşekkül ettiğini ilâve ederler. Acaba bu, o atom veya o hücreler gerçekliği, yahut hiç değılse yegâne gerçliği teşkil ediyor mu demektir? O hü-

relerin fert birliğini meydana getiren tertip tarzı da bir gerçeklik, tek başına alınan basit elemanlardan çok daha fazla ilgi verici bir gerçeklik değil midir? Söz gelimi, fil hücrelerini ancak mikroskopta incelemiş olan bir tabiiyeci, bu hayvanı yeteri kadar bildiğine inanabilir mi?

İşte matematik bilimlerinde de durum buna benzer. Mantıkçı, âdeta her ispatı çok büyük sayıda basit işlemlere ayırır; bu işlemler birbiri ardına incelendikten ve her birinin doğru olduğu görüldükten sonra, ispatın hakikî mânâsının anlaşılmış olduğuna inanılabilir mi? Hattâ, hafızanın bir gayretiyle, bütün bu basit işlemler mucidin bulduğu sıra dahilinde yeniden yapılp ispat tekrarlanabilmiş olsa, o mâna anlatılmış sayılır mı?

Tabii hayır. Biz gene tekmil gerçekliği elde etmiş olmayacağız, ispatın birliğini teşkil eden o bilmem ne, tamamen bilinmez kalacaktır.

Salt analiz, birçok metotlar emrimize vermekte, bunların şaşmazlığını garanti etmektedir; bize birbirinden farklı binlerce yol gösteriyor. Her biri üzerinde itimatla yürüyebilir, hiçbir engele raslamıyacağımıza emin olabiliriz; acaba bu yollar arasında bizi hedefe en çabuk götürecekt olanı hangisidir? İçlerinden hangisini seçmemiz gerektiğini kim söyleyecektir? Hedefi uzaktan bize gösterecek bir yeti lâzımdır, bu da sezgidir.

Sezgi, keşif seyyahına yolunu seçmesi için lâzımdır; fakat kâşifin izinde yürüyen ve niçin bu yolu seçtiğini öğrenmek isteyen kimseye de lüzumludur.

Bir satranç müsabakasında hazır bulunsanız, oyunun gidişini anlamak için taşların hareket kaidelerini bilmeniz yetmiyecektir. Bu bilgi, yalnızca, her taş sürüşünün kaidelere uygun olarak yapıldığını anlamana yarıyacaktır. Bunun gerçek değeri ise pek azdır. İşte bir matematik kitabının okuyucusu da, sadece bir mantıkçı olsaydı, böyle olurdu. Şatranç oyununu anlamak büsbütün başka bir şeydir; şatrançı anlamak, oyuncunun oyun kaidelerini bozmaksızın filân taş ileri sürmesi elindeyken, niçin bir başkasını öne sürdüğünü anlamak demektir. Şatrançı anlamak, bu birbiri ardına yapılan hamleler serisinden bir nevi insicamlı bütün meydana getiren gerçek sebebi görmek demektir. Böyle olunca, bu yetinin bizzat oyuncunun kendisine yani mucide elzem olduğunu daha kuvvetle söyleyebiliriz.

Bu mukayeseyi burada bırakalım ve matematik bilimlerine dönelim.

Söz gelimi, sürekli fonksiyon fikri için olup bitenlere bakalım. Başlangıçta bu, meselâ kara tahtaya tebeşirle çizilmiş sürekli bir eğri ile gösterilen, duyulur bir hayalden ibaretti. Sonraları fikir yavaş yavaş arımlandı, çok geçmeden bu süreklilik fikrinden faydalanılarak, âdeta başlangıçtaki hayalin bütün

Bilimin Değeri — 2

hatlarını yeniden canlandıran, karışık bir eşitsizlikler sistemi meydana getirildi. Bu yapı sona erdikten sonra *iskele söküldü*, yapıya iğretiden destek hizmetini görmüş olan ve artık lüzumu kalmıyan o kaba tasarım bir tarafa atıldı; geriye mantıkçı nazarında kusursuz sayılan yapının bizzat kendisi kaldı. Bu doğru olmakla beraber, ilk hayal hafızamızdan tamamiyle silinseydi, bütün bu eşitsizliklerin hangi kapris yardımıyla bu tarzda biribiri üzerine kurulduklarını keşfedebilir miydik?

Belki mukayeseler yapmakta ileri gittiğime hükmedeceksiniz; mamafih bir mukayesede daha bulunmaklığma müsaade ediniz. Birtakım süngerlerin iskeletini teşkil eden silisli narin iğne topluluklarını şüphesiz görmüşsünüzdür. Organik madde yokolunca, geriye nazik ve zarif bir dantelâdan başka bir şey kalmaz. Gerçi bunda silisten başka bir şey yoksa da dikkate değer olan cihet, silisin almış olduğu şekildir. Ona bu şekli vermiş olan canlı süngeri bilmedikçe şekli de anlamamıza imkân yoktur. Bunun gibi dedelerimizin sezgi ile bulduğu eski kavramlar, bugün bizim tarafımızdan terk edilmiş olsalar bile, yine kendilerinin yerine koyduğumuz binaları şekillendirirler.

Bu toplu görüş, mucide elzemdir; mucidi gerçekten anlamak istiyen kimseye de elzemdir; acaba mantık bu toplu görüşü bize verebilir mi?

Hayır; matematikçilerin mantığa verdikleri ad, bunu ispatlamaya yeter. Matematik bilimlerinde, mantığa *analiz* denir. *Analiz* ise, *bölme*, *teşrih etme* demektir. Şu halde onun teşrih bıçağıyla mikroskoptan başka vasıtası bulunamaz.

Kısaca mantıkla sezgiden her birinin zorunlu bir rolü vardır. Her ikisi de lüzumludur. Ancak mantık kesin bilgi verebilir ve bir ispat aletidir, sezgi ise icat vasıtasıdır.

VI

Fakat bu sonucu ifade ederken beni bir kuruntu almış bulunuyor.

Başlangıçta iki türlü matematik zekâsı ayırdetmiştim: bir kısmı mantıkçı ve analizci idi, ötekiler de sezici ve geometrici idi. Aslına bakılırsa, analizcilerden de mucitler gelmiştir. Az önce zikrettiğim isimler bu konu üzerinde fazla durmama lüzum bırakmıyor.

Burada, hiç olmazsa görünüşte, bir çelişme vardır ki açıklanması lâzım geliyor.

Bir kere, bu mantıkçıların, formel mantık kurallarına uyma zorunda kalarak, daima genel den özele doğru gittikleri mi zannediliyor? Her halde onlar, böylelikle bilimin sınırlarını genişletemezlerdi; ancak genelleştirme sayesinde bilim fütuhatı yapılabilir.

Bilim ve hipotezin bir bölümünde matematik istidlâlinin özünü inceleme fırsatını bulmuş ve bu istidlâlin, mutlak kesinliğini kaybetmek-

sizin, matematiksel endüksiyon adını verdiğim bir yolla, bizi nasıl özelden genele doğru yükselttiğini göstermiştim.

Analizciler bu yolla bilimi ilerletmişlerdir. İspatlarının ayrıntıları incelenecek olursa, her an, Aristo'nun klâsik kıyasının yanında matematiksel endüksiyonun bulunduğu görülür.

Demek oluyorki analizciler, skolâstikler gibi, sadece kıyas yapan kimseler değildir.

Öte yandan, analizcilerin, varmak istedikleri hedefi görmeksizin, daima adım adım ilerledikleri kabul edilecek midir? Onların elbette hedefe götüren yolu sezmeleri icap etmiş ve bunun için de bir kılavuza ihtiyaçları olmuştur.

Bu kılavuz, her şeyden önce analojidir..

Söz gelimi analizcilerin çok sevdiği muhakemelerden biri, majoran fonksiyonların kullanılması esasına dayanandır. Bilindiği gibi bu muhakeme birçok problemlerin çözülmesine yardımcıdır; acaba onu yeni bir problemin çözülmesine tatbik etmek isteyen mucidin rolü neden ibarettir? Önce bu sorunun aynı metotla çözülmüş başka sorularla benzerliğini bilmesi lâzımdır; sonra, bu yeni sorunun hangi bakımdan, ötekilerden farklı olduğunu görmeli ve metot için gereken tâdilleri bundan çıkarabilmelidir.

Fakat bu benzerliklerle bu farklar nasıl görülüyor?

Yukarda zikrettiğim misalde bu benzerliklerle farklar hemen hemen apaçıkta, fakat onların çok daha gizli oldukları başka misaller

de verebilirdim; kendilerini keşfetmek için ekseriya, herkeste bulunmıyan bir zekâ girginliği lâzımdır.

Analizciler, bu gizli analogileri elden kaçırmamak, yani mucit olabilmek için, duyuların ve muhayyelenin yardımı olmaksızın, bir istidlâlin birliğini yapan şeyi, âdeta onun ruhunu ve iç hayatını teşkil eden şeyi, doğrudan doğruya duyabilmelidirler.

B. Hermite'le konuşurken, bu zat, hiçbir zaman duyulur hayallere başvurmazdı; bununla beraber, çok geçmeden, en mücerret cevherlerin bile onun için canlı varlıklar olduğunu fark ederdiniz. Kendisi o varlıkları görmezdi, fakat onların yapma bir topluluk olmadıklarını, bilmem hangi iç birliği prensipine malik bulunduklarını hissederdi.

Fakat bunun da bir sezgi olduğu söylenecektir. Buna göre, başlangıçtaki ayırdetmenin ancak bir görünüşten ibaret olduğu, aslında bir çeşit zekâ bulunduğu ve bütün matematikçilerin, yahut hiç olmazsa icat yapmaya kabiliyetli olanların, sezici oldukları hükümüne mi varacağız?

Hayır, yaptığımız ayırdediş gerçek bir şeye tekabül ediyor. Birkaç türlü sezgi bulunduğunu yukarda söyledim. Salt sayı sezgisinin, yani kesin matematik endüksiyonuna yol açabilen sezginin, asıl muhayyeleye dayanan duyulur sezgiden ne kadar farklı olduğunu söyledim.

Bunları ayıran uçurum, ilk bakışta görün-

düğünden daha az derin midir? Bir parça dikkatle, bu salt sezginin bile duyuların yardımıyla vazgeçmiyeceği anlaşılır mı? Bu, psikoloğun ve metafizikçinin işidir, bu soruyu burada münakaşa edecek değilim. .

Meselenin şüpheli olması, bana, iki çeşit sezgi arasında esaslı bir ayrılık bulunduğunu söyleme hakkını veriyor. Bu iki sezginin konuları aynı değildir ve ruhumuzun birbirinden farklı iki yetisini ortaya koyar gibi görünüyorlar; insanın onlara âdeta birbirine yabancı iki âlem üzerine çevrilmiş iki projektör diyeceği geliyor.

Analizci dediğimiz kimseleri aydınlatan ve onlara yol gösteren, salt sayı sezgisi, salt mantık şekilleri sezgisidir.

Bu kimselerin yalnız ispat değil, icat yapmalarını da o temin eder. Bu gibiler, onun sayesinde, duyuların müdahalesi olmadan, bir mantık yapısının genel plânını bir bakışta görürler.

Analizciler, evvelce gördüğümüz gibi daima şaşmaz olmıyan muhayyelenin yardımını reddetmekle, aldanma korkusu olmaksızın ilerleyebilirler. Böyle bir desteğe ihtiyacı olmıyanlar cidden bahtiyardır! Onlara karşı hayranlık beslemeliyiz. Fakat bu gibiler ne kadar nadirdir!

Demek oluyor ki analizciler arasında da mucitler vardır, fakat sayıları azdır.

İçimizden çoğu, sadece salt sezgi yardımıyla uzağı görmeyi isteselerdi, çok geçmeden

başlarının döndüğünü hissedeceklerdi. Bu zaafı dolayısıyla onların daha sağlam bir desteğe ihtiyacı vardır. Az önce söylediğim istisnalara rağmen, duyulur sezginin matematik bilimlerinde en çok raslanan icat vasıtası olduğu söz götürmez. Bu münasebetle ortaya çıkan bir soruyu ne çözecek ne de icabettirdiği bütün geliştirmelerle ifade edecek zamanım vardır.

Acaba yeni bir kesim yapmaya ve analizciler arasında bu salt sezgiyi kullananlarla her şeyden önce formel mantıkla meşgul olanları ayırdetmeye lüzum var mıdır?

Söz gelimi az önce zikrettiğim B. Hermite, duyulur sezgiyi kullanan geometriciler arasında sınıflandırılmaz. Fakat o, tam mânasıyla bir mantıkçı da değildir, B. Hermite, genelden kalkıp özele giden salt dedüktif yollara karşı duyduğu netreti gizlemiyor.

BÖLÜM II

Zamanın Ölçülmesi

I

Şuur alanından dışarı çıkılmadıkça, zaman kavramı nispeten açıktır. Biz yalnız şimdiki zamana ait duyumları geçmiş duyumların hâtırasından veya gelecek duyumların tahmininden kolayca ayırdetmekle kalmıyoruz; hatırımızda tuttuğumuz iki şuur olayından hangisinin daha önce olduğunu tasdik ettiğimiz; yahut tahmin edilmiş iki şuur olayından birinin ötekine tekaddüm edeceğine ileri sürdüğümüz zaman ne demek istediğimizi de pek iyi biliyoruz.

İki şuur olayı zamandadır dediğimiz zaman, bu iki olayın derin bir şekilde birbirine nüfuz etmiş olduklarını, analizin onları sakatlamaksızın birbirinden ayırdedemeyeceğini söylemek istiyoruz.

Şuur olaylarının sıralanış tarzında keyfî hiçbir şey yoktur. Bu sıra bize zorla kabul ettirilmişdir, biz onu değiştiremeyiz. Yalnız, burada ilâve edecek bir görüşüm var. Bir duyumlar topluluğunun zaman içinde sınıflandırılmaya elverişli bir hâtıra haline geçebil-

mesi için, onun şimdiki zamana ait olmaktan çıkması lâzım olduğu gibi bizim de ondaki sonsuz karmaşıklık mânasını kaybetmiş olmamız lâzımdır. Yoksa bu duyumlar topluluğu şimdiki zamana ait kalırdı. O, bir çeşit etiket hizmetini görecektir olan bir fikirler çağrışım merkezi etrafında âdeta billûrlaşmış olmalıdır. Hâtıralarımız her türlü canlılığı kaybettikten sonradır ki, bir botanikçinin kurutulmuş çiçekleri kendi nebat koleksiyonunda dizmesi gibi, biz de onları zaman içinde sınıflandırabiliriz,

Fakat bu etiketler ancak sınırlı sayıda olabilir. Bu hesaba göre psikolojik zaman kesikli olmalıydı. Her hangi iki zaman arasında başka zamanların bulunduğunu bize bildiren o duygu acaba nereden geliyor? Hâtıralarımızı zaman içinde sınıflandırıyoruz, fakat boş gözler kaldığını da biliyoruz. Zaman, zihnimizde önceden var olan bir şekilden (forme) ibaret olmasaydı bu nasıl mümkün olurdu? Ancak ihtiva ettikleri şeyler yardımıyla bu gözlerin vücudundan haberimiz olsaydı, boş gözlerin varlığını nasıl anlardık?

II

Hepsi bu kadarla kalmıyor; biz bu şekil içine, yalnız kendi şuur olaylarımızı değil, başka şuurların sahne olduğu olayları da ithal etmek istiyoruz. Fazla olarak, fizik olaylarını, yani kendileriyle uzayı doldurduğumuz, hiçbir

şuurun doğrudan doğruya görmediği, o bilmem neleri de aynı şekil içine ithal etmek istiyoruz. Böyle olması da lâzımdır, yoksa bilim var olamazdı. Bir kelimeyle, psikolojik zaman bize verilmiştir, biz bilimsel ve fiziksel zamanı yaratmak istiyoruz. Zorluk, daha doğrusu zorluklar-çünkü onlar bir değil ikidir-asıl burada başlıyor.

İşte birbirine nüfuz edemez iki âlem gibi olan iki şuur. Ne hakla onları aynı kalıba sokmak, aynı birimle ölçmek istiyoruz. Bu âdeta uzunluğu gramla, ağırlığı metre ile ölçmeye benzemez mi?

Hem de niçin ölçmeden bahsediyoruz? Biz belki filân olayın falan olaydan daha önce olduğunu biliriz, fakat *ne kadar* daha önce olduğunu bilemeyiz.

O halde ortada iki zorluk var:

1° Keyfiyetli olan psikolojik zamanı, kemiyetli bir zamana çevirebilir miyiz?

2° Başka başka âlemlerde olup biten olayları aynı ölçüye indirgeyebilir miyiz?

III

Birinci zorluk epey zamandan beri dikkati çekmiş bulunuyordu; o, birçok uzun tartışmalara konu olmuştur. Fakat bugün meselenin kökünden çözüldüğü söylenebilir.

Bizim, iki zaman aralığının eşitliği hakkında hiçbir araçsız (direkt) sezgimiz yoktur. Bu sezgiye sahip olduklarını sananlar bir vehmin kurbanıdılar.

Öğleden saat bire kadar geçen zamanla ikiden üçe kadar geçen zaman aynıdır derssem, bu sözün ne mânası vardır?

En küçük bir muhakeme bize gösterir ki bunun kendi başına hiçbir mânası yoktur. O, içinde muhakkak bir miktar keyfilik bulunacak bir târif sayesinde, ancak benim kendisine vermek istediğim mânaya sahip olacaktır.

Psikologlar bu târiften vazgeçebilirlerdi; fakat fizikçilerle astronomlar bunu yapamazlardı; bakalım onlar işin içinden nasıl çıkmışlardır.

Fizikçilerle astronomlar, zaman ölçmek için sarkaç kullanırlar ve bu sarkacın bütün vuruşlarını tanım olarak eşit süreli kabul ederler. Fakat bu, ancak ilk yaklaşıklık derecesiyle doğrudur; sıcaklık, hava direnci, barometrik basınç, sarkacın hareketini değişikliğe uğratar. Bütün bu hata sebepleri yok edilse, çok daha büyük bir yaklaşıklık derecesi elde olunurdu. Fakat netice yine yaklaşık kalmakta devam ederdi. Bu defa, şimdiye kadar ihmal edilmiş olan, elektrik, manyetik yahut daha başka mahiyette yeni sebepler, ufak tefek sarsıntılar meydana getirirdi.

Aslında, en mükemmel sarkaçlı saatler bile zaman zaman düzeltilmelidir. Ve düzeltmeler astronomi gözlemleri yardımıyla yapılır; bunun için aynı yıldız meridyenden geçtikçe yıldıza göre ayarlanmış saat hep aynı zamanı gösterecek şekilde hareket edilir. Başka bir deyişle,

sabit zaman birimi olarak yıldız günü, yani yerin dönme süresi alınır. Sarkaç vuruşlarından çıkarılan târifin yerine geçen yeni bir târifle, yerin kendi eksenini etrafındaki iki tam devrinin aynı sürede olduğu kabul edilir.

Böyle olmakla beraber astronomlar hâlâ bu târifle kanaat etmiş değillerdir. İçlerinden çoğu deniz kabarma ve alçalmalarının küremiz üzerine bir fren tesiri yaptığını, yer dönmesinin gittikçe yavaşladığını öne sürüyor. Ayın hareketinde görünüşte var olan ivme, böylelikle açıklanmış oluyor. Ay, teorinin müsaade ettiğinden daha hızlı gider görünüyor, çünkü bizim saatimiz olan yer gecikmektedir.

IV

Bütün bunların önemi yok deneyecektir, şüphesiz ölçü aletlerimiz kusurludur, fakat zihnimizden, mükemmel bir alet tasavvur edebilmemiz yeter. Bu ideale hiçbir zaman erişilemez, lâkin onu kavrayabilmiş ve böylelikle zaman biriminin târifine kesinlik getirebilmiş olmamız elverecektir.

İşin fenası o idealde bile kesinliğe raslanmamasındadır. Zamanı ölçmek için sarkaç kullandığımız zaman, kapalı olarak, hangi postülâtı kabul ediyoruz?

Özdeş iki olay süresi aynıdır; yahut, daha iyisi, aynı sebepler aynı etkileri doğurmak için aynı zamanı sarf ederler.

İlk bakışta, bu, iki süre eşitliğinin iyi bir târiti gibi görünür.

Bununla beraber dikkat edelim. Deneyin bir gün postülâtımızı yalanlamaması imkânsız mıdır?

Düşüncemi açıklayayım, varsayalım ki dünyanın belli bir noktasında bir α olayı cereyan etsin. Bu olay, netice olarak, belli bir zaman sonunda α etkisini meydana getirsin. Dünyanın birinciden çok uzak başka bir noktasında β olayı hâsıl olsun. Bu da netice olarak β' etkisini doğursun. α ve β olayları zamandaş olsun, bunun gibi α' ve β' olayları da zamandaş bulunsun.

Bundan sonra gelen bir devirde, α olayı hemen hemen aynı durum ve şartlar içinde yeniden hâsıl olsun, *onunla zamandaş olarak* aşağı yukarı aynı durum ve şartlar altında, dünyanın çok uzak bir noktasında da β olayı meydana gelsin.

Tabii α' ve β' etkileri tekrar husule geleceklerdir. Varsayayım ki α' etkisi β' etkisinden hissedilecek kadar önce hâsıl olsun.

Eğer deney bizi böyle bir durum karşısında bıraksaydı, postülâtımız yalanlanmış olurdu. O zaman deney bize öğretirdi ki birinci $\alpha\alpha'$ süresi birinci $\beta\beta'$ süresine eşit olduğu halde, ikinci $\alpha\alpha'$ süresi ikinci $\beta\beta'$ süresinden daha küçüktür. Halbuki aksine bizim postülâtımız iki $\alpha\alpha'$ süresiyle iki $\beta\beta'$ süresinin eşit olmasını icabettirmektedir. Bu takdirde deneyden çıkarılan eşitlik ve eşitsizlik, postülâttan çıkarılan iki eşitlikle uzlaştırılamıyacaktır.

Halbuki yapmış olduğum bu hipotezlerin

saçmalığına hükmedebilir miyiz? Onlarda çelişme prensipine aykırı hiçbir şey yoktur. Şüphesiz ki yeter sebep prensipi bozulmadan bu hipotezlerin gerçekleşebilmesi mümkün değildir. Fakat bu kadar temelli bir târifi haklı göstermek için başka bir garanti bulunmasını tercih ederdim.

V

Hepsi bu kadarla kalmıyor.

Fizik gerçekliği içinde, bir etkiyi yalnız bir sebep doğurmaz, birbirinden farklı birçok sebepler onun doğmasına yardım eder. İçlerinden her birinin payını ayırdetmek için elde hiçbir vasıta yoktur.

Fizikçiler bu ayırdetme işini başarmıya çalışırlar, fakat bunda ancak yaklaşık olarak muvaffak olurlar ve yaptıkları ilerlemeler de ancak yaklaşıktır. Sarkaç hareketinin sadece yer çekiminden ötürü olduğu yaklaşık olarak doğrudur; fakat kesin olarak düşünülürse Sirius yıldızına varıncaya kadar sakarç üzerine tesir etmeyen çakım kuvveti yoktur.

Bu şartlar içinde, belli bir etkiyi hâsıl etmiş olan sebeplerin bir daha ancak yaklaşık olarak tekerrür edecekleri açıktır.

O halde postülâtımızı ve târifimizi tâdil etmeliyiz.

«Özdeş sebepler aynı etkileri doğurmak için aynı zamanı saferderler» diyecek yerde «aşağı yukarı özdeş olan sebepler, aşağı yukarı

aynı olan etkileri doğurmak için aşağı yukarı aynı zamanı sarfederler» demeliyiz.

Böyle olunca, târifimiz de ancak yaklaşık bir târif olur.

Zaten, B. Callinon'un (*Çeşitli Kemmiyetler Üzerinde İncelemeler*, Paris, Gauthier-Villars, 1897) adlı yeni bir andıcında gayet haklı olarak işaret ettiği gibi, «herhangi bir olayın hal ve şartlarından biri yerin dönme hızıdır ; eğer bu dönme hızı değişecek olursa, olayın yeniden hâsıl oluşunda, artık kendi kendine özdeş kalmıyan bir hal ve şart var demektir. Fakat bu dönme hızını sabit varsaymak da zaman ölçülmesinin bilindiğini varsaymaktır.»

O halde târifimiz hâlâ tatmin edici değildir, yukarıda bahsettiğim gibi, astronomların yer dönmesinin yavaşladığını tasdik ederken hayali bir şekilde kabul ettikleri târif o olmasa gerektir.

Acaba o astronomların ağızıda bu tasdikine mânası vardır? Bunu ancak önermelerini ispat için gösterdikleri delilleri çözümliyerek anlayabiliriz.

Bir kere diyorlar ki, deniz kabarma ve alçalmalarından sürtünme yoluyla hâsıl olan ısı, zinde kuvvetin bir miktarını yok etse gerektir. Onlar böylece zinde kuvvetler ve enerjinin sakımı prensiplerini yardımlarına çağırıyorlar.

Sonra diyorlar ki, ayın Newton kanununa göre hesaplanmış olan yüz yıllık ivmesi, yer dönmesinin yavaşlamasına ait düzeltme yapıl-

madığı takdirde, gözlemle bulunan ivmeden daha küçük çıkmaktadır.

Böylece Newton kanununa başvurmuş oluyorlar.

Başka bir deyişle, aynı astronomlar, süreyi şöyle tanımlıyorlar: Zaman o şekilde tanımlanmalıdır ki, Newton kanuniyle zinde kuvvetler kanunu gerçekleşmiş olsun.

Newton kanunu denel bir hakikattir; dolaşısıyla ancak yaklaşık olarak doğrudur, bu da gösterir ki târifimiz hâlâ yaklaşık bir târifdir.

Şimdi başka bir zaman ölçme tarzının kabul edildiğini varsayarsak, Newton kanununun dayandığı deneyler yine aynı mânayı muhafaza edeceklerdir. Yalnız kanunun ifade şekli eskisinden farklı olacaktır, çünkü o başka bir dile çevrilmiş demektir. Bu halde kanunun eskisinden daha az basit olacağı apaçıktır.

Buna göre, astronomların kapalı olarak kabul ettikleri târif şöyle özetlenebilir:

Zaman o şekilde târif edilmelidir ki mekanik denklemleri mümkün olduğu kadar basit olsun.

Başka bir deyişle, biri diğerinden daha doğru zaman ölçme tarzları yoktur; genel olarak kabul edilmiş olan zaman ölçme tarzı sadece *daha kullanışlıdır*.

İki saat hakkında, biri iyi gidiyor, diğeri fena gidiyor demiye hakkımız yoktur; biz sadece birinciye uymakta daha çok fayda vardır diyebiliriz.

Bizi meşgul etmiş olan bu zorluklar, önce de söyledim, sık sık açığa vurulmuştur; onlardan bahseden en yeni eserler arasında, B. Callinon'un küçük kitabından başka, B. Andrade'nin mekanik kitabını da zikredeceğim.

VI

İkinci zorluk, bu ana kadar daha az dikkatli çekmiştir; böyle olmakla beraber o tamamen birinciye benzer; hattâ, mantık bakımından, daha önce ondan bahsetmeliydim.

İki psikoloji olayı ayrı ayrı iki şuur içinde cereyan ediyorlar; onlar zamandadır dediğim zaman ne demek istiyorum?

1572 de Tiho-Brahe gökyüzünde yeni bir yıldız görmüştü. Çok uzak bir gök cismi muazzam bir sarsıntı geçirmiş olmalıydı; fakat bu çok zaman önce olmuştu; bu yıldızdan çıkan ışığın yeryüzüne varması için en az ikiyüz yıl lâzımgelmişti. O halde bu sarsıntı ve patlama Amerikanın keşfinden daha önce olmuştu.

Şimdi ben, belki de hiçbir şahidi bulunmamış olan (zira belki de bu yıldızın uydularında insanlar yoktur) bu heybetli olayı düşünüp, bu olay Espanola adası hayalinin Kristof Kolomb'un zihninde teşekkülünden daha öncedir dersem, ne demek istemiş olurum?

Bütün bu sözlerin kendi başlarına hiçbir mânası olmadığını anlamak için biraz düşünmek yeter.

Onlar ancak bir itibar sayesinde bir mânaya sahip olabilirler.

VII

Önce, birbirine nüfuz edemiyen bu kadar âlemi aynı çerçeve içine almak fikrinin nasıl doğduğunu kendimizden sormalıyız.

Dış evreni kendi kendimize tasarımılamak istiyoruz, ancak bu sayede onu tanıdığımıza inanacağız.

Bu tasarıma hiçbir zaman sahip olamayacağız, bunu da biliyoruz: çünkü aczimiz çok büyüktür.

Hiç değilse bu tasarımı yapması mümkün olan sonsuz bir zekânın; her şeyi görecektir ve tıpkı bizim gördüğümüz azıcık şeyi *kendi zamanımız içinde* sınıflandırışımız gibi, herşeyi *kendi zamanı içinde* sınıflandıracak engin bir şuurun varlığını kavrayabilmek istiyoruz.

Bu hipotez pek kabasaba ve noksandır; zira böyle bir yüksek zekâ, bir yarı-tanrı olurdu; kendisi geçmiş hakkında ancak noksan bir hâtıraya sahip olacağı için bir mânada sonsuz olur, başka bir mânada sınırlı bulunurdu; yine bu yüksek zekâ başka hâtıraya da sahip olamazdı. Zira böyle olsa bütün hâtıralar şimdiki zamanda var olur ve kendisi için zaman diye bir şey bulunmazdı.

Böyle olmakla beraber, bizim dışımızda olup bitenler için zamandan bahsedince, farkında olmaksızın bu hipotezi kabul etmiyoruz; kendimizi bu noksan tanrı yerine

koymuyor muyuz; bizzat tanıtanırmazlar bile kendilerini, var diye kabul edilen Tanrının yerine koymuyorlar mı?

Bu söylediklerim, niçin bütün fizik olaylarını aynı bir çerçeve içine almıya çalıştığımızı gösteriyor. Fakat bu bir zamandaşlık tarifi yerine geçemez, zira böyle varsayılan bir zekâ, mevcut olsa bile, bizim için nüfuz edilemez bir şey olurdu.

O halde başka bir şey aramalıdır.

VIII

Psikolojik zamana uyan bayağı tarifler bize yetmezler. İki zamanda psikoloji olayı o kadar sıkı şekilde birbirine bağlıdır ki, analiz, bunları sakatlamaksızın birbirinden ayıramaz. İki fizik olayı için de durum böyle midir? Benim şimdiki zamanım, dünkü geçmiş zamanıma, Sirius yıldızının şimdiki zamanından daha yakın değil midir?

İki olayın birbirini takibediş sırası istenildiği gibi aksedilebilirse bu iki olaya zamandaş göziyle bakılması lâzımgeldiği de söylenmiştir. Bu tarifi birbirinden uzak mesafede hâsıl olan iki fizik olayına uymıyacağı apaçıktır, hattâ bu gibi olayların aksedilebilir olması bile anlaşılamaz; zaten daha önce, *birbirini takibedişin* ne olduğu tarif edilmeliydi.

IX

Zamandaşlık veya öncelikten ne kastedildi-

ğini anlamaya çalışalım, bunun için birkaç örneği tahlil edelim:

Bir mektup yazıyorum; bu mektup, sonradan, kendisine yolladığım dostum tarafından okunuyor. İşte birbirinden farklı iki şuurda geçen iki olay. Bu mektubu yazarken, mektubun hayali gözümdeydi, dostum da mektubu okurken aynı hayale sahip oldu.

Bu iki olayın birbirine nüfuz edemiyen iki âlem içinde olmasına rağmen, birinciye ikinciden önce vukua gelmiş gözüyle bakmakta tereddüt etmiyorum, çünkü birinci olayın ikincinin sebebi olduğuna inanıyorum.

Bir gök gürültüsü duyuyorum, bundan bir elektrik boşalması olduğu hükmüne varıyorum; fizik olayının, şuurumda meydana gelen ses hayalinden önce olduğunu düşünmekte tereddüt etmiyorum, çünkü onun bu hayalin sebebi olduğuna inanıyorum.

İşte uyduğumuz ve uyabileceğimiz tek kaide şudur: bir olay başka bir olayın sebebi olarak belirlediği zaman biz kendisine daha önce vukubulmuş gözüyle bakıyoruz.

O halde biz zamanı sebeple tarif ediyoruz, fakat çok defa, iki olay bize değişmez bir münasebetle bağlanmış olarak görünüyor, hangisinin sebep, hangisinin etki olduğunu nasıl kavrayacağız? Önce vukua gelen olayın, yani önerinin, ötekinin, yani neticenin sebebi olduğunu kabul ediyoruz.

Böyle yapmakla da sebebi zaman yardı-

niyle tarif etmiş oluyoruz. Bu savı * kanıtısmadan nasıl kurtulmalı?

Kâh bundan sonra, o halde bu sebepten ötürü diyoruz; *kâh bu sebepten ötürü, o halde bundan sonra* diyoruz; bu kısır daireden dışarı çıkılacak mıdır?

X

Şimdi işin içinden nasıl çıktığını değil (zira bu tam olarak başarılmıyor), nasıl çıkılmaya çalışıldığını görelim.

Bir A irade fiilini işliyorum, bunun ardından bir D duyumunun tesiri altında kalıyorum, o zaman D ye A fiilinin bir neticesi gözüyle bakıyorum; öte yandan, her hangi bir sebepten ötürü, bu neticenin araçsız olmadığı sonucuna varıyorum; ayrıca şuurumun dışında şahidi olmadığım, B ve C gibi iki olay vukua gelmiştir, öyle ki A nın etkisi B, B nin etkisi C, C nin etkisi de D olsun.

Bu niçin? A, B, C, D olayına bir nedenlik bağıyla bağlı gözle bakmak için ortada sebepler bulunduğuna inanıyorsam, onları niçin A B C D nedenlik sırasına ve aynı zamanda A B C D krolonoji sırasına göre dizmeli de başka bir sıraya göre dizmemeli?

İyice biliyorum ki A fiilini işlerken içimde aktif olma, D duyumunun tesiri altında kalınca da passif olma duyguları yer alıyor. Bundan dolayı A ya başlangıç sebebi, D ye de en

* Musadere aelmatlup = Petition de prensipe

son etki göziyle bakıyorum; bu sebeple A yı zincirin başına ve D yi sonuna koyuyorum; fakat niçin B yi C den önce almalı da C yi B den önce almamalı?

Bu soru ortaya atılınca şöyle cevap verilecektir : C nin sebebinin B olduğu iyice biliniyor, çünkü *daima* B nin C den önce vukubulduğu görülüyor. Bu iki olay, insan kendilerine şahit olduğu zaman, belli bir sıraya göre cereyan ederler; fakat bunlara benzer iki olay şahitsiz olarak husule gelince, bu sıranın aksedilmesi için ortada bir sebep yoktur.

Şüphesiz böyledir, fakat dikkat etmeli. Biz hiçbir zaman B ve C fizik olaylarını doğrudan doğruya tanımıyoruz; bildiğimiz şey, sırayla B ve C tarafından hâsıl edilen B' ve C' duyumlardır. Şuurumuz bize derhal öğretiyor ki B' duyumu C' den önce olmuştur. Biz de buna bakarak B ile C nin aynı sırayı takip ettiklerini *kabul ediyoruz*.

Bu kural gerçi pek tabii görünüyor, böyle olmakla beraber çok defa ona da karşı gelmeye sürükleniyoruz. Biz gök gürültüsünü ancak bulutlardaki elektrik boşalmasından birkaç saniye sonra iştiyoruz. Biri uzak, öteki yakın olan iki yıldırım darbesinden ikincinin gürültüsü birinciden önce bize geldiği halde, birincisi ikincisinden daha önce vukua gelmiş olamaz mı?

XI

Başka bir zorluk daha var; bir olayın sebebinden bahsetmiye gerçekten hakkımız-var mı? Evrenin bütün parçaları belli bir ölçü dahilinde birbiriyle dayanışma halinde ise, her hangi bir olay bir tek sebebin etkisi olmayıp, sonsuz sayıda sebeplerin bileşkesi olacaktır; yahut çok defa söylendiği gibi, bu olay, evrenin bir an önceki halinin neticesidir.

Bu kadar karmaşık durum ve şartlara uygulanabilen kuralları nasıl bulmalı? Mafatih ancak bu sayede o kurallar genel ve kesin olabilir.

Bu sonsuz karmaşıklık içinde kendimizi kaybetmemek için daha basit bir hipotez yapalım; üç gök cismini, söz gelimi Güneşi, Jüpiteri ve Satürnü göz önüne alalım ; fakat daha fazla kolaylık olsun diye, bunları maddi noktalara indirgenmiş ve dünyanın kalan kısımlarından ayrılmış gibi düşünelim.

Üç cismin verilen bir andaki durumları ve hızları, bunu takibeden andaki ve dolaşısıyla her hangi bir andaki durum ve hızlarını tâyine yeter. Cisimlerin t anındaki durumu, onların $t + h$ anında olduğu kadar $t - h$ anındaki durumlarını da tâyin eder.

Hattâ dahası var; Jüpiterin t anındaki durumu, Satürn'ün $t + a$ anındaki durumuyla birlikte, Jüpiter'in her hangi bir andaki

durumunu ve Satürn'ün de her hangi bir andaki durumunu tâyin eder.

Jüpiter'in $t + \epsilon$ anındaki durumuyle Satürn'ün $t + a + \epsilon$ anındaki durumunun topluluğu Jüpiter'in t ve Satürn'ün $t + a$ anlarında işgal ettikleri durumların topluluğuna, daha karışık şekilde olmakla beraber, Newton kanunu kadar belgin kanunlarla bağlıdır.

Böyle olunca, niçin bu topluluklardan birine ötekinin sebebi gözüyle bakmamalı? Fakat bu da bizi Jüpiter'in t anıyla Satürn'ün $t + a$ anının zamandaş olduğu düşüncesine götürmez mi?

Öyleyse bütün bunlarda ancak kullanışlılık ve sadelik sebepleri bulunabilir ve bunlar da gerçekten çok kudretli sebeplerdir.

XII

Fakat, daha az yapma örneklere geçelim; bilginler tarafından içerik olarak kabul edilmiş bulunan tarifi anlamak için kendilerini iş başında görelim ve hangi kurallara uyarak zamandaşlığı aradıklarına bakalım.

İki basit örnek alacağım: ışık hızının ölçülmesiyle, boylamların tâyini.

Bir astronom bana şu anda teleskopiyle gördüğü falan yıldızlı olayın bundan elli sene önce geçmiş olduğunu söylerse, önce kendisine bunu nasıl bildiğini, yani ışık hızını nasıl ölçtüğünü sorarım.

Muhakkak ki kendisi önce ışığın sabit bir hıza malik olduğunu ve özel olarak bu hızın bütün doğrultularda aynı bulunduğunu *kabul etmekle* işe başlamıştır. Bu postülât olmadıkça ışık hızının ölçülmesine girişilemez. Bu postülât hiçbir zaman doğrudan doğruya deneyle gerçekleştirilemeyecektir; yalnız çeşitli ölçüler birbirine uymadığı takdirde, o, deneyle çelişebilir. Böyle bir çelişme vâki olmadığı ve bazı ufak tefek uzlaşmazlıklar kolayca izah edilebildiği için kendimizi bahtiyar saymalıyız.

Her neyse, yeter sebep prensipine uygun düşen bu postülât herkes tarafından kabul edilmiştir; bütün bunlardan alıkoyacağım şey, zamandaşlığın aranması için, bu postülâtın bize yukarıda söylemiş olduğumuzdan çok farklı yeni bir kural vermesidir.

Bu postülât kabul edilince, ışık hızının nasıl ölçüldüğüne bakalım. Bilindiği gibi Roemer, bu maksatla güneş ve ay tutulmalarını, Jüpiter'in uydularını kullanmış ve olayın hesabın tahmininden ne kadar geciktğini aramıştır.

Fakat bu hesaplama ile tahmin nasıl yapılıyor? O, astronomi kanunlarıyla, söz gelimi Newton kanunu yardımıyla yapılmaktadır.

Işık hızına kabul edilen değerden biraz farklı bir değer atfedilse ve Newton kanununun da ancak yaklaşık olduğu kabul

edilseydi, gözlenen olaylar yine açıklanamaz mıydı? Yalnızca, Newton kanunu yerine daha dolaşık bir kanun konurdu.

O halde ışığın hızı için öyle bir değer kabul olunuyor ki bu değerle uzlaştırılabilen astronomi kanunları mümkün olduğu kadar sade olsun.

Gemiciler veya coğrafyacılar bir boylamı tayin ederken, şimdi bizi işgal etmekte olan problemi çözmek durumunda kalırlar; onlar Pariste olmaksızın Parisin saatini hesaplamak zorundadırlar.

Bunun için nasıl davranırlar?

Ya beraberlerinde Parise göre ayarlanmış bir kronometre taşırlar. Böylece zaman-daşlığın keyfiyet problemi, kemmi zaman ölçüsü problemine çevrilmiş olur. Bu sonuncu probleme ait zorluklara tekrar dönecek değilim, zira yukarıda onlardan uzun uzun bahsettim.

Yahut ay tutulması gibi bir astronomi olayını gözlerler. Bu olayın yerin her noktasından aynı zamanda görüldüğünü kabul ederler,

Bu, tamamen doğru değildir, çünkü ışığın yayılması âni değildir; mutlak bir kesinlik istenirse karışık bir kurala uyularak bir düzeltme yapılması gerekirdi.

Veyahut da telgraf kullanırlar. Bir kere, bir işaretin meselâ Berlinden alınması, aynı işaretin Paristen gönderilişinden daha sonra

olur. Bu, yukarıda çözümlenmiş olan sebep ve etki kuralıdır.

Evet daha sonra, ama ne kadar daha sonra? Genel olarak, yayılma süresi ihmal edilir ve iki olaya zamandaş göziyle bakılır. Fakat kesin olmak istenirse, dolaşık bir hesapla, yine ufak bir düzeltme yapmak gereklidir; pratikte bu yapılmaz, çünkü bu hata gözlem hatalarından çok daha küçüktür; ancak bizim görüş noktamızdan, yani tarifi kesin olması bakımından, bu düzeltmenin teorik lüzumu söz götürmez.

Bu tartışmadan iki şey alıkoymak isterim:

1° Uygulanan kurallar çok çeşitlidir.

2° İster bir kronometre kullanılsın, isterse, ışıktaki oluğu gibi, bir yayılma hızının hesaba katılması gereksin, keyfiyetli zamandaşlık problemini kemmi zaman ölçüsü probleminden ayırmak güçtür. Zira bir zaman ölçüsü yapmadan böyle bir hızın ölçülmesi mümkün değildir.

XIII

Bir hükme varmamız uygun olur.

Bizde doğrudan doğruya zamandaşlık sezgisi olmadığı gibi, iki sürenin eşitliği sezgisi de yoktur.

Eğer böyle bir sezgiye sahip olduğumuzu sanıyorsak, bu bir yanılsamadır.

Biz birtakım kurallarla sezginin noksanlarını tamamlıyor ve hemen her zaman farkında olmaksızın bu kuralları uyguluyoruz.

Fakat bu kuralların özü nedir?

Genel kural yoksa, kesin kural da yoktur ; ortada her özel hale uygulanabilir olan bir küçük kurallar yığını bulunur.

Bu kurallar bize kendilerini zorla kabul ettirmezler, onlar gibi daha birçoklarını icad etmek elimizdedir; böyle olmakla beraber, fizik, mekanik ve astronomi kanunlarının ifade şeklini aşırı derecede karıştırmaksızın bu kurallardan ayrılmak mümkün değildir.

O halde biz, doğru oldukları için değil, en kullanışlı oldukları için bu kuralları seçiyoruz. Onları şöyle özetleyebiliriz:

«İki olayın zamandaşlığı, yahut birbirini takibediş sırası, iki sürenin eşitliği, o şekilde tarif edilmelidir ki, tabiat kanunlarının ifade şekli mümkün olduğu kadar basit olsun. Başka bir deyişle, bütün bu tarifler, farkına varmadığımız bir oportünizmin mahsulüdür.»

BÖLÜM III

Uzay Kavramı

1. – GİRİŞ

Bundan önce uzaya hasrettiğim yazılarda bilhassa Öklit-dışı geometrinin ortaya koyduğu problemler üzerinde durmuş, meselâ boyutların sayısı gibi, ele alınması daha güç olanları hemen tamamıyla bir kenara bırakmıştım. Böylece gözden geçirdiğim bütün geometrilerin müşterek bir esası vardı, o da hepsi için aynı olan üç boyutlu kontinumdu. Bu kontinum ancak içerisine çizilmiş olan şekillerle yahut bu şekiller ölçülmiye kalkışıldığı zaman, bazı farklar sunuyordu.

Başlangıçta şekilsiz olan bu kontinum içinde bir çizgiler ve yüzeyler şebekesi tahayyül edilebilir, bundan sonra uyuşulup bu şebekenin ilmiklerine eşit göziyle bakılabilir, ancak bu itibar yapıldıktan sonradır ki, ölçülebilir hale gelmiş olan bu kontinum, öklit uzayı yahut Öklit-dışı uzay olur. O halde bu şekilsiz kontinumdan, farksız olarak, iki çeşit uzaydan her hengi biri çıkabilir. Nasıl ki aynı bir beyaz kâğıt üzerine ister bir doğru, ister bir daire çizilebilir.

Uzayda açıları toplamı iki dik açığa eşit olan doğrusal üçgenler biliyoruz ; fakat açıları toplamı iki dik açıdan küçük olan üçgenler de biliyoruz. Bunlardan birincilerin varlığı, ötekilerinkinden daha fazla şüpheli değildir. Birincileri kenarlarına doğru adını vermek Öklit geometrisini kabul etmektir; sonuncuların kenarlarına doğru adını vermek ise, Öklit- dışı geometriyi kabul etmek olur. Öyle ki hangi geometriyi kabul etmenin uygun olduğunu sormak, hangi çizgiye doğru adının verileceğini sormak demektir.

Deneyin böyle bir meseleyi çözemeyeceği apaçaktır; nitekim bir doğruya A B mi yoksa CD mi denileceği de deneyden sorulmaz. Öte yandan, sezgi vasıtasıyla edindiğim ebedî doğru fikrine uymuyor diye, Öklit -dışı üçgenlerin kenarlarına doğru adını vermiye hakkım olmadığını da söyleyemem. Öklit üçgeninin kenarı hakkında sezgili bir fikrimin bulunduğu doğrudur, fakat Öklit - dışı üçgenin kenarı hakkında da sezgili bir fikrim vardır. Niçin birinciye doğru adını vermeye hakkım olacak da ikinciye olmayacak? Doğru kelimesinin iki hecesi, hangi bakımdan, bu sezgili fikirle bir bütün teşkil edecek? Şüphesiz ki, Öklit doğrusu *hakkiki* bir doğrudur, Öklit-dışı doğru ise *hakiki* bir doğru değildir dediğimiz zaman, birinci sezgili fikrin ikinciden *daha fazla dikkate değer* bir şeye tekabül ettiğini söylemek istiyoruz.

Fakat bu şeyin daha fazla dikkate değer olduğuna nasıl hükmediyoruz? İşte Bilim ve Hipotez 'de bunu araştırmıştım.

Bu noktada deneyin işe karıştığını görüyoruz; eğer Öklit doğrusu Öklit-dışı doğru-
dan daha fazla dikkate değerse, bu her şey-
den önce, onun bazı dikkate değer tabiat
cisimlerinden pekaz farketmesinde, Öklit-dışı
doğrunun ise bu cisimlerden çok farklı
oluşundadır. Fakat, buna karşı, Öklit-dışı
doğru tarifinin yapma olduğu söylenecektir;
bir an için bu tarifi tatbik etmeyi deni-
yelim, göreceğiz ki yarı çapları birbirinden
farklı olan iki dairenin ikisi de doğru adını
alacak, halbuki aynı yarı çaplı iki daireden
biri tarife uyduğu halde öteki uygun düşe-
miyecektir. Böyle olunca, bu sözde doğru-
lardan biri, şekli bozulmaksızın bir yerden
bir yere taşınmakla, bir doğru olmaktan
çıkacaktır.

Fakat Öklit geometricilerinin aynı yarı
çaplı iki daire dedikleri bu iki şekli ne hakla
eşit olarak kabul ediyoruz? Çünkü biri,
şekli değiştirilmeksizin taşınarak, öteki üzerine
çakıştırılabilir. Niçin bu taşınmanın şekil de-
ğişmesi olmadan yapıldığını söylüyoruz? Bu
hususla akla yakın bir sebep göstermek
imkânsızdır. Hatır ve hayale gelen bütün
hareketler arasında öyleleri var ki, Öklit
geometricileri bunların şekil değiştirme
(deformation) ile beraber olmadığını söylü-

yorlar; fakat öyleleri de var ki, Öklit-dışı geometriciler, bunların şekil değiştirmeye ile birlikte olmadıklarını söyleyeceklerdir. Öklit hareketleri adını taşıyan birincilerde, Öklit doğruları yine Öklit doğruları olarak kahr, Öklit-dışı doğrular ise öklit-dışı doğrular olarak kalmazlar. İkinci çeşit hareketlerde, yahut Öklit-dışı hareketlerde, Öklit-dışı doğrular yine Öklit-dışı doğrular olarak kahr, öklit doğruları ise, Öklit doğruları olarak kalmazlar. O halde Öklit-dışı üçgenlerin kenarlarına doğru adını vermenin mâkul olmayacağı ispat edilmiş olmuyor ; sadece, şekil değiştirmesiz hareketlere Öklit hareketleri adını vermeye devam etmenin akla yakın olmadığı ispat ediliyor. Fakat şekil değiştirmesiz hareketlere Öklit-dışı hareketler denildiği takdirde, Öklit üçgenleri kenarlarına doğru adını vermek de bu derece mantığa sığmayan birşey olacaktır.

Şimdi, Öklit hareketleri şekil değiştirmesiz olan *hakikî* hareketlerdir dediğimiz zaman ne demek istiyoruz? Sadece onların ötekilerden daha *fazla dikkate değer* olduklarını söylemek istiyoruz; acaba niçin daha fazla dikkate değerdirler? Çünkü birtakım dikkate değer tabiat cisimleri, meselâ katı cisimler, aşağı yukarı onlar gibi hareket ederler.

O halde biz, Öklit-dışı uzay tasavvur edilebilir mi, diye sorduğumuz zaman, şunu demek isteriz : içinde Öklit-dışı şekillerini an-

dırır dikkate değer tabiat cisimleriyle azçok Öklit-dışı hareketlere benzer hareketler yapan dikkate değer tabiat cisimleri mevcut olan bir âlem tasavvur edebilir miyiz? Bu soruya evet diye cevap vermenin gerektiğini Bilim ve Hipotez'de göstermiştim.

Çok defa şöyle bir görüş ileri sürülür: eğer evrenin bütün cisimleri aynı zamanda ve aynı oranda genişlemeye uğrasalardı, elimizde bunu bize bildirecek hiçbir vasıta bulunmazdı; çünkü bütün ölçü aletlerimiz, ölçmeye yaradıkları cisimlerle birlikte, büyüyeceklerdi. Âlem, bu genişlemeden sonra da kendi halinde sürüp gidecek, fakat bizim bu heybetli olaydan hiç haberimiz olmayacaktı.

Başka bir deyişle, birbirine benzer (bu kelimeyi geometrinin üçüncü kitabındaki benzeşim kelimesiyle aynı mânada alıyorum) iki âlem, mutlak surette ayırdedilemez olacaktı. Dahası var, yalnız birbirine eşit ve benzer olan, yani koordinat eksenlerini değiştirmek suretiyle yahut uzunlukların nispet edildiği ölçekler değiştirilerek birinden ötekine geçilen âlemler ayırdedilmez olmakla kalmıyacak; her hangi bir noktasal dönüşüm yardımıyla birinden ötekine geçilebilen âlemler de ayırt edilemez olacaktır. Düşüncemi açıklayayım. Bu iki âlemden birinin her noktasına ötekinin bir ve yalnız bir noktasının karşı geldiğini ve aksinin de doğru olduğunu varsayayım ;

Bilimin değeri — 4

fazla olarak, bir noktasının koordinatları, buna karşı gelen nokta koordinatlarının sürekli, *fakat tamamıyla keyfi*, fonksiyonları olsun. Öte yandan var sayayım ki, birinci âlemin her şeyine, ikinci âlemde bununla aynı tabiatte olan ve takabül eden noktanın olduğu yerde bulunan bir şey karşı gelsin. Nihayet şunu da varsayayım ki, ilk anda gerçekleşmiş olan bu tekabül (karşı gelme) sonsuza kadar devam etsin. Bu iki âlemi ayırdetmek için hiçbir vasıtamız bulunmazdı. *Uzayın izafiliğinin*'den bahsettildiği zaman, bu, umumiyetle bu kadar geniş mânada anlaşılmaz; böyle olmakla beraber onun böyle anlaşılması uygun olur.

Eğer bu evrenlerden biri bizim Öklit âlemimiz ise, orada oturan insanların doğru dedikleri şey bizim Öklit doğrumuz olacaktır; fakat ikinci âlemde oturanların doğru dedikleri şey, oturdukları âleme nispetle ve şekil değiştirmesiz hareket dedikleri hareketlere göre aynı özelliklere sahip olan bir eğri olacaktır; o hâde bunların geometrisi de Öklit geometrisi olacak, fakat doğruları bizim Öklit doğrumuz olmayacaktır. Bu, asıl doğrunun, bizim âlemimizden onların âlemine geçmeye yarıyan noktasal dönüşümle dönüştürülmüş şekli olacaktır; bu insanların doğruları bizim doğrularımız olmayacak, fakat o doğrular arasındaki bağıntılar bizim doğrularımız arasındaki bağıntılarla

aynı olacaktır. İşte bu mânada, onların geometrisi bizim geometrimiz olacaktır, diyorum. Hal böyle iken, var kuvvetimizle onların yanlışlığını, doğrularının hakiki doğru olmadığını ilân etmek istersek bu şekilde bir iddianın hiçbir mânası olmadığını itiraf etmek istemezsek, bari o kimselerin yaptıkları hatayı görebilmeleri için ellerinde hiçbir vasıta bulunmadığını kabul edelim.

2. — KEYFİYET GEOMETRİSİ

Bütün bunlar nispeten anlaşılması kolay şeylerdir ve kendilerini o kadar sık tekrarladım ki bu konu üzerinde daha fazla durmayı lüzumsuz sayıyorum. Öklit uzay. bizim duygunluğumuza zorla kabul ettirilmiş bir şekil değildir, çünkü biz Öklit - dışı uzayı da tahayyül edebiliyoruz; fakat Öklit uzayı ile Öklit - dışı uzayın ikisinin de ortak bir temeli vardır. Bu da başlangıçta bahsettiğim şekilsiz kontinum'dur. Bu kontinum'dan ister öklit uzayını, istersek Lobatchewski uzayını çıkarabiliriz, nasıl ki, uygun bir dereceleme ile, henüz derece bölümlerine ayrılmamış bir termometreyi ister Fahrenheit termometresine istersek Reaumur termometresine çevirebiliyoruz.

O zaman bir soru ortaya çıkıyor: yaptığımız analizden sonra varlığı belli olan bu kontinum duygunluğumuza zorla kabul ettirilmiş bir şekil değil midir? Duygunlu-

ğumuzun, içinde kapalı olduğu hapishane genişletilmiş oluyor, fakat hapishane yine hapishanedir.

Bu sürekli (continu), her türlü ölçme fikrinin dışında birtakım özelliklere sahiptir. Bu özelliklerin incelenmesi, birçok büyük geometriciler tarafından ve bilhassa Riemann ile Betti tarafından geliştirilmiş olup Analizis Sitüs adını taşıyan bir bilimin konusudur. Bu bilimde, her türlü keyfiyet fikrinden sıyrılır, söz gelimi bir çizgi üzerinde B noktasının A ile C noktaları arasında bulunduğu gözlenirse bu gözlemlle, kanaat edilecek; ABC çizgisinin doğru mu, yoksa eğri mi olduğu araştırılmıyacak, A B nin BC uzunluğuna eşit, yahut onun iki katı olup olmadığından endişe edilmeyecektir.

Analizis Sitüs teoremlerinin şu özeliği vardır: şekiller, bütün nispetleri kaba saba değiştiren ve doğrular yerine az çok kıvrımtılı eğriler koyan acemi bir ressam tarafından kopye edilmiş olsalar bile, bu teoremler doğru olarak kalacaktır. Matematik diliyle, bu teoremler, her hangi bir «noktasal dönüşüm» le bozulmazlar. Çok defa ölçü geometrisinin kemmi olduğu, izdüşüm geometrisinin de salt keyfi olduğu söylenmiştir; bu tamamen doğru değildir. Doğruları öteki çizgilerden ayırdeden şey, bazı bakımlardan kemmi olarak kalan özelliklerdir. O halde hakikî keyfiyete ait geometri Analizis Sitüs dür.

Öklit geometrisi hakikatlerine dair ortaya atılan sorular, yeniden, Analizis Sitüs teoremleri hakkında da ortaya çıkarlar. Acaba bu teoremler, dedüktif bir muhakeme ile elde edilebilir mi? Onlar kılık değiştirmiş itibarlar mıdır? Onlar denel hakikatler midir? Yoksa gerçek duygunluğumuza gerekse anlığı-mıza zorla kabul ettirilmiş bir şeklin karakter-leri midir?

Sadece şu kadarını belirtmek isterim ki son iki sorunun çözümleri birbiriyle uzalaşamaz: bu nokta herkes tarafından daima anlaşılmış değildir. Biz, hem dört boyutlu uzayı tahay-yül etmenin imkânsızlığını, hem de uzayın üç boyutlu olmasını deneyin bize ispatladığını birden kabul edemeyiz. Deneyci tabiata bir soru sorar: bu mu, yoksa şu mu? Ve bunu da münavebenin iki terimini birden tasavvur etmeksizin yapamaz. Bu terimlerden birini tasavvur etmek imkânsız olsaydı, deneye danışmak da faydasız ve esasen imkânsız olurdu. Bir saat ibresinin minenin 15 inci bölümü üzerinde olmadığını anlamak için gözlem yapmaya ihtiyacımız yoktur, çünkü orada bu bölümlerden ancak 12 tane bulunduğunu önceden biliyoruz. Dolayısıyla ibrenin 15 üzerinde bulunup bulunmadığını görmek için bu sayıya bakmayız, zira ortada böyle bir bölüm yoktur.

Sırası gelmişken hatırlatalım ki, ampirikler bu sayede kendilerine karşı yöneltilmiş olan

en ağır tirazların bir'inden yakalarını kurtarmış oluyorlar. Bu itiraz, onların tezlerini Öklit geometrisi hakikatlerine tatbik etmek için harcadıkları bütün emekleri mutlak surette boşa çıkarıyordu. Bu hakikatler kesindir, halbuki her türlü deney ancak yaklaşık olabilir. Analizis Sittüs'de yaklaşık deneyler kesin bir teorem vermeye yeter, meselâ uzayın ne iki veya ikiden az, ne dört yahut dörtten fazla boyuta sahip olmayacağı görülrse, uzay 2 buçuk veya 3 buçuk boyutlu olmayacağından, onun tam 3 boyutlu olacağı-muhakkaktır.

Tekmil Analizis Sittüs teoremleri içinde en önemlisi, uzay üç boyutludur diye ifade edilendir. Biz şimdi onunla meşgul olacak ve soruyu şu şekilde ortaya koyacağız: uzay üç boyutludur dediğimiz zaman ne demek istiyoruz?

3.—ÇOK BOYUTLU FİZİK SÜREKLİSİ

Fizik süreklisi kavramının bize nereden geldiğini ve bundan matematik süreklisi kavramının nasıl çıktığını Bilim ve Hipotez'de anlatmıştım. İki izlenimi birbirinden ayırt edebildiğimiz halde bunlardan herbirini aynı bir üçüncüden ayıramadığımız olur. Söz gelimi, 12 gramlık bir ağırlığı 10 gramlık bir ağırlıktan kolayca ayırt edebiliriz de 11 gramlık bir ağırlığı ikisinden de ayırt edemeyiz.

Böyle bir deney, sembollerle:

$$A = B, B = C, A < C$$

şeklinde ifade edilebilir.

Bu, ham deneyin bize verdiği fizik süreklisi formülüdür. Ve içerisinde taşıdığı dayanılmaz çelişme matematik süreklisinin ithaliyle giderilmiştir. Matematik süreklisi, basamakları (ortak bölünli yahut ortak bölensiz sayılar) sonsuz sayıda olan bir merdivendir. Bu basamaklar, deminki formüle uygun olarak, birbirine karışacak yerde tamamiyle birbirinin dışında bulunur.

Fizik süreklisi âdeta çözülemeyen bir nebülözdür. En mükemmel aletler bile onu birtakım yıldız topluluklarına ayıramaz; şüphesiz ki ağırlıklar elle tahmin edilecek yerde iyi bir teraziyle ölçülseydi, 11 gramlık ağırlık 10 ve 12 gramlık ağırlıklardan ayırt edilebilecek ve formülümüz şöyle olacaktır:

$$A > B, B > C, A > C$$

Fakat A ile B ve B ile C arasında, her zaman yeni D ve E elemanları bulunabilirdi, bunlar için:

$$A = D, D = B, A < B; B = E, E = C, B < C$$

olurdu.

Böylelikle zorluk gerilemiş olur, fakat nebülöz yine çözülmemiş kalırdı ; onu ancak zekâ çözebilir ve yıldız topluluklarına ayrılabilen nebülöz de matematik süreklisidir.

Böyle olmakla beraber, şimdiye kadar sayı ve boyut kavramını işe karıştırmadık. Bir matematik süreklisi yahut bir fizik süreklisi iki yahut üç boyutludur dediğimiz zaman ne demek istiyoruz?

Önce fizik süreklisinin incelenmesine dikkatimizi vererek, *kesim* kavramını ithal etmemiz gereklidir. Fizik süreklisi karakterinin ne olduğunu görmüştük, bu süreklinin elemanlarından her biri bir izlenimler topluluğundan ibaretti. Buna göre ya bir eleman, aynı süreklinin başka bir elemanından ayırt edilemez, zira bu yeni eleman birbirinden çok az farkedilen izlenimler topluluğuna tekabül etmektedir, yahut aksine bu ayırdetme mümkündür; nihayet her biri aynı bir üçüncüden ayırt edilmeyen iki elemanın birbirinden ayırt edilebildikleri olur.

Burası anlaşıldıktan sonra, A ile B, bir C süreklisinin birbirinden ayırt edilebilir iki elemanı iseler, hepsi bu C süreklisine ait öyle

$$E_1, E_2, \dots, E_n$$

elemanlar dizisi bulunabilir ki içlerinden her biri bir öncekinden ayırt edilemez olsun, E_1 elemanı A dan ve E_n de B den ayırt edilemesin. Bu takdirde sürekli bir yolla, C yi terk etmeksizin, A dan B ye gidilebilecektir. Eğer C süreklisinin A ve B gibi her hangi iki elemanı için bu şart gerçekleşiyorsa, C süreklisine *yekpare* (*d'un seul tenant*) denir.

Şimdi C nin elemanlarından birkaçını ayıralım. Bunların ya hepsi biribininden ayırdedilebilecektir, yahut kendileri de bir veya birden fazla sürekli teşkil edecektir.

Böylece C nin bütün elemanları arasında keyfe göre seçilmiş olan elemanlar topluluğu *kesim* dediğim şeyi meydana getirecektir.

C üzerinde herhangi iki A , B elemanını ele alalım. Ya şu şartlara uyan bir

$$E_1, E_2, \dots, E_n$$

elemanlar dizisi bulabileceğiz : 1° bu elemanların hepsi C ye ait olsun ; 2° her biri kendisinden sonra gelenden ayırdedilmesin; bu arada E_1 , A dan, E_n de B den ayırdedilemez olsun ; 3° *Ayrıca E nin elemanlarından hiç biri kesim elemanlarının hiç birinden ayırdedilemez olmasın.* Yahut da aksine, ilk iki şarta uygun olan bütün $E_1, E_2, \dots, E_n$ dizileri içinde, kesim elemanlarının birinden ayırdedilemiyen bir E elemanı bulunacaktır.

Birinci halde C yi terk etmeksizin ve *kesimlere raslamaksızın* sürekli bir yolla A dan B ye gidebiliriz; ikinci halde bu imkânsızdır.

Eğer C sürekliisinin herhangi iki A ve B elemanı için daima birinci hal karşımıza çıkarsa, C , kesimlere rağmen, yekparedir, diyeceğiz.

Böylece, kesimleri keyfe göre seçecek olursak, ya sürekli yekpare kalacak yahut kalmıyacaktır; bu son hipotezde, sürekli kesimlerle *bölünmüştür* diyeceğiz.

Dikkat edilecektir ki, bütün bu tarifler, su pek sade olaydan hareket ederek kurulmuştur; «iki izleminler topluluğu bazan ayırddedilebilir, bazan edilemez.»

Bu nokta anlaşıldıktan sonra, eğer bir sürekliyi *bölmek* için, birbirinden ayırddedilebilen birkaç elemanı kesim olarak mütalâa etmek yeterse, bu sürekli *bir boyutludur* diyeceğiz; eğer aksine bir sürekliyi bölmek için, bizzat kendileri bir veya birkaç sürekli teşkil eden bir elemanlar sistemini kesim olarak mütalâa etmek zorunlu olursa, bu sürekli *çok boyutlu* bir sürekli'dir diyeceğiz.

Eğer bir C sürekli'sini bölmek için, bir boyutlu bir veya birkaç sürekli teşkil eden kesimler yeterse, C, *iki boyutlu* bir sürekli'dir diyeceğiz; en fazla iki boyutlu bir veya birkaç sürekli teşkil eden kesimler yeterse, C, *üç boyutlu* bir sürekli'dir diyeceğiz; ve ilâh.

Bu tarifi'nin doğruluğunu göstermek için, geometricilerin eserlerinin başında üç boyut kavramını nasıl ithal ettiklerini görmek gereklidir. Acaba ne görürüz? Onlar çok defa yüzeyleri hacimlerin yahut uzay parçalarının sınırları olarak; eğrileri, yüzeylerin sınırları olarak; noktaları da eğrilerin sınırları olarak tarif ederler ve bu sürecin daha ileri götürülemeyeceğini söylerler.

Fikir hep aynıdır: uzayı bölmek için, yüzey denen kesimler lâzımdır; yüzeyleri

bölmek için eğri denen kesimler lâzımdır; eğrileri bölmek için nokta denen kesimler lâzımdır; bundan daha ileri gidilemez, nokta bölünemez, zira nokta bir sürekli değildir; buna göre sürekli olmıyan kesimler yardımcıyla bölünebilen eğriler bir boyutlu sürekli olacaklardır; bir boyutlu sürekli kesimler yardımcıyla bölünebilen yüzeyler iki boyutlu sürekli olacaklardır; nihayet iki boyutlu sürekli kesimler yardımcıyla bölünebilen uzay üç boyutlu bir sürekli olacaktır.

Böylece yukarıda vermiş olduğum tarif, esas itibariyle, alışılmış olan tariflerden farklı değildir; ben sadece ona matematik süreklisine değil, fizik süreklisine uygulanabilen bir şekil vermeye ve bununla beraber tarifi bütün belginliğini muhafaza etmeye çalıştım. Zira fizik süreklisi, tasarımlanabilen yegâne sürekli-
lidir.

Ayrıca görülüyor ki bu tarif yalnız uzaya uygulanmakla kalmaz, duyularımızın çerçevesi içine giren her şeyde fizik süreklisi karakterini buluruz, bu hal aynı sınıflandırmanın yapılmasına evlerir; geçen tanımla aynı mânada dört, beş boyutlu sürekli örnekleri bulmak da kolaydır ; bu gibi örnekler kendiliklerinden zihinde doğarlar.

Nihayet, zaman olsaydı, yukarıda bahsettiğim ve kendisine Riemann tarafından Analizis Sitüs adı verilen bilimin, bize aynı sayıda boyutlara malik sürekliler arasında

ayırdetmeler yapmayı öğrettiğini ve bu sürekliler tasnifinin de yine kesim düşüncesine dayanadığını izah ederdim.

Bu kavramdan çok boyutlu matematik süreklisi çıkmıştır, nasıl ki bir boyutlu fizik süreklisi de bir boyutlu matematik süreklisini doğurmuştu. Deneyin ham verilerini özetliyen

$$A > C, A = B, B = C$$

formülü dayanılmaz bir çelişmeyi içine alıyordu. Bundan kurtulmak için, çok boyutlu bir fizik süreklisinin öz karakterlerini muhafaza etmekle beraber, yeni bir kavram ithal etmek lâzım gelmiştir. Bir boyutlu matematik süreklisi bir tek ölçeğe (échelle) sahip bulunuyor ve bunun sonsuz sayıda olan basamakları aynı bir kemmiyetin ortak bölünli yahut ortak bölensiz çeşitli değerlerine tekabül ediyordu. n boyutlu matematik süreklisine sahip olmak için, basamakları bağımsız n kemmiyetinin çeşitli değerlerine tekabül edecek olan ve koordinatlar adını taşıyan n tane ölçek almak yetecektir. Böylece n boyutlu fizik süreklisinin bir hayali elde edilecek, ve yukarıda anlattığım çelişme ortada kalmıyacağına göre, bu hayal de mümkün olduğu kadar aslına sadık bulunacaktır.

4. — NOKTA KAVRAMI

Başlangıçta ortaya attığımız soru, şimdi çözülmüş gibi görünüyor. Uzay üç boyutlu-

dur dediğimiz zaman, uzaydaki noktalar topluluğunun üç boyutlu fizik süreklisi hakkında yapılan tarife uyduğunu söylemek istiyoruz, deneyecektir. Bununla yetinmek, uzaydaki noktalar topluluğunun, hattâ uzayın bir noktasının ne olduğunu bildiğimizi varsaymaktır.

Halbuki bu, zannolunduğu kadar kolay bir şey değildir. Herkes bir noktanın ne olduğunu biliyorum sanır. Hattâ noktayı çok iyi bildiğimiz için onu tarife lüzum olmadığına inanırız. Şüphesiz ki bizden mutlaka onun tarif edilmesi istenemez, zira tariftten tarife yükselmekle bir an gelip duraklamak icabeder. Fakat ne zaman duraklamalıdır?

Bir kere duyularımızla kavranan yahut zihnimizde tasarlanan bir şeye varılınca duraklanacaktır o zaman tarif faydasız olur. Söz gelimi bir çocuğa koyunun ne olduğu tarif edilmez ona şöyle denir: işte bir koyun.

Böyle olunca, uzayın bir noktasını tasarımlamanın mümkün olup olmadığını kendi kendimizden sormalıyız. Evet diye cevap verenler düşünmüyorlar ki, hakikatte, tebeşirle siyah tahta üzerine çizilmiş bir beyaz noktayı yahut mürekkepli kalemle beyaz kâğıt üzerine çizilmiş bir siyah noktayı tasarlamış oluyorlar. Onlar böylece bir şeyi yahut bir şeyin duyular üzerinde yaptığı izlenimi tasarlamaktan başka bir şey yapmış olmazlar.

O kimseler bir noktayı tasarlamaya çalıştıkları zaman, çok küçük şeylerin duyurdukları izlenimleri tasarlıyorlar. Birbirinden farklı iki şey, her ikisi de çok küçük olmalarına rağmen, çok farklı izlenimler hâsıl edebilir, fakat az çok tartışma isteyen bu zorluk üzerinde durmuyorum.

Zaten söz konusu bu değildir ; bir noktayı tasarlamak yetmez, falan noktayı tasarlamak ve onu başka bir noktadan ayırtetme çaresini bulmak gereklidir. Gerçekten bir *sürekliliğe*, yukarıda anlattığım, *sürekli*nin boyutları sayısını bildiren kuralı tatbik edebilmemiz için «bu *sürekli*nin iki elemanı kâh ayırdelebilir, kâh edilemez» önermesine dayanmak zorundayız. O halde, bazı hallerde *filân* elemanı tasarlamayı ve onu *başka bir* elemandan ayırtetmeyi bilmeliyiz.

Bütün mesele, bundan bir saat önce tasarladığım noktanın şimdi tasarlamakta olduğum nokta ile aynı, yahut ondan farklı olup olmadığını bilmektedir. Başka bir deyişle, A şeyi tarafından α anında işgal edilmiş olan noktanın B şeyi tarafından β anında işgal edilmiş olan nokta ile aynı olup olmadığını nasıl biliyoruz, yahut daha iyisi, bunun ne mânası vardır?

Odamda oturuyorum, masamın üzerinde bir şey duruyor; bir saniye zarfında kımlıdanmıyorum, kimse de o şeye dokunmuyor; bu şeyin saniye başında işgal ettiği A noktası

aynı şeyin o saniye sonunda işgal ettiği B noktasıyla özdeş olduğunu söyleyesim geliyor; fakat hiç de öyle değil. A noktasıyla B noktası arasında 30 km. uzaklık var, zira o şey yerin hareketiyle sürüklenmiş bulunuyor. Çok küçük olsun veya olmasın, bir şeyin uzaydaki mutlak durumunun değişip değişmediğini bilemeyiz. Bu hususu yalnız tasdik edememekle kalmıyoruz, böyle bir tasdikin mânası da yoktur ve muhakkak ki hiçbir tasarıma uymaz.

Böyle olunca bir şeyin başka şeylere göre durumunun değişip değişmediğini ve daha önce bu şeyin vücudumuza göre durumunun değişip değişmediğini kendimizden sorabiliriz; eğer bu şeyin bizde hâsıl ettiği izlenimler değişmediyse, izafî durumun da değişmemiş olduğuna hükmederiz; eğer izlenimler değiştiyse, o şeyin ya halinin, yahut izafî durumunun değişmiş olduğu hükmüne varırız. Geriye bu iki değişiklikten hangisinin olduğuna karar vermek kalır. Durum değişmelerini ayırdetmiye nasıl sevkedildiğimizi *Bilim ve Hipotez*'de anlatmıştım. İleride bu konuya tekrar döneceğim. O halde, bir şeyin kendi vücudumuza göre durumunun aynı kalıp kalmadığını anlamak meselesine varıyoruz.

Eğer biz iki şeyin vücudumuza göre izafî durumunu muhataza ettiğini görürsek, bu iki şeyin birbirine göre durumunun de-

ğişmediğini yargılarız; fakat biz ancak araçlı bir muhakeme ile bu hükme varırız. Doğrudan doğruya bildiğimiz tek şey, eşyanın vücudumuza göre izaffi durumudur.

Daha kuvvetle, ancak araçlı bir muhakeme yardımıyledir ki, bir şeyin mutlak durumunun değişip değişmediğini anladığımıza inanıyoruz (fakat bu inancın da aldatıcı olması ihtimal içindedir).

Hulâsa, dış cisimleri tabii olarak nispet ettiğimiz koordinat eksenleri sistemi, değişmez şekilde kendi vücudumuza bağlı olan, her tarafa beraberimizde taşıdığımız bir sistemdir.

Mutlak uzayı tasarlamak imkânsızdır; eşyayı ve kendimi aynı zamanda mutlak uzay içinde tasarlamak istediğim zaman, gerçekte, kendimi hareketsiz olarak tasarlıyor, etrafımdaki çeşitli eşya ile benim dışımda bulunan bir adama bakıyorum ve bu adama da «ben» diyorum.

Her şeyi bu vücudumuza bağlı eksenlere nispet etmeye razı olunca zorluk çözülecek midir? Böylece, bize göre bağlı durumuyla belli olan bir noktanın ne olduğunu artık biliyor muyuz? Birçok kimseler evet cevabını verecekler ve dış eşyayı «mahallileştirdiklerini» söyleyeceklerdir.

Bu, ne demektir? Bir şeyi mahallileştirmek (localiser), sadece, o şeye erişmek için gereken hareketleri tasarlamaktır; düşünce-

mi açıklıyayım: bizzat uzaydaki hareketlerin kendisini tasarlamak söz konusu değildir, yalnızca bu hareketlerle beraber olan ve uzay kavramının peşin varlığını varsaydırmayan kas duyumlarını tasarlamak söz konusudur.

Bize göre sıra ile aynı durumu işgal eden ayrı ayrı iki cisim varsaysak, bu iki şeyin bizde hâsıl edecekleri izlenimler pek farklı olacaktır; onları aynı noktada mahalliştirmemizin sebebi, sadece kendilerine erişmek için aynı hareketleri yapmanın gerekli oluşudur; yoksa, aralarında müşterek bir şey yoktur.

Ancak, bir cisim verilmişken, ona erişmeyi temin eden birçok hareketler dizisi tasavvur edilebilir. O halde bir noktaya erişmeye elverişli hareketlerle beraber olan kas duyumları dizisini tasarlamakla bu noktayı tasarlamış oluyorsak, aynı bir noktayı tasarlamak için birbirinden tamamiyle farklı birçok yollar buluncaktır. Bu çözüme yetinilmek istenmez, sözgelimci kas duyumları yanında görme duyumlarına da yer vermek istenirse aynı noktayı tasarlamak için bir veya iki yol daha bulunmuş olacak ve zorluk fazlaşacaktır. Her ne olursa olsun, şöyle bir soru ortaya çıkıyor: birbirinden bu kadar farklı olan bu tasarımların aynı noktayı gösterdiklerine nerden hükmediyoruz?

Başka bir önemli nokta daha var: dış
Bilimin değeri —5

cisimleri tabii olarak kendi vücudumuza nispet ettiğimizi söyledim; âdeta her tarafa kendimizle birlikte bir eksenler sistemi taşıyor, uzayın bütün noktalarını bunlara nispet ediyoruz; bu eksenler sistemi sanki değişmez şekilde vücudumuza bağlı gibidir. Dikkate değer ki, ancak vücudumuzun çeşitli parçaları birbirine değişmez şekilde bağlı olduğu takdirde kesin olarak bu vücuda değişmez şekilde bağlı eksenlerden bahs-olunabilir. Durum böyle olmadığından, dış cisimleri bu sanal eksenlere nispet etmezden önce, vücudumuzu aynı vaziyete getirilmiş varsaymalıyız.

5. — YER DEĞİŞTİRME KAVRAMI

Uzay kavramının doğuşunda vücudumuz hareketlerinin oyanadığı hâkim rolü *Bilim ve Hipotez*'de göstermiştim. Tamamiyle hareketsiz olan bir varlık için ne uzay, ne geometri olmazdı; dış eşya böyle bir varlığın etrafında boşuna yer değiştirirdi, bu yer değiştirmelerin onun izlenimlerinde meydana getireceği değişiklikler aynı varlık tarafından durum değişmelerine değil, sadece hal değişmelerine atfedilirdi. Böyle bir varlığın elinde iki türlü değişmeyi birbirinden ayırmak için hiçbir vasıta bulunamazdı. Bizim için çok önemli olan bu ayırmanın ona göre hiçbir mânası bulunmazdı.

Uzuvlarımızla yaptığımız hareketler, dış

eşya tarafından duyularımız üzerinde hâsıl edilen izlenimleri değıştirme sonucunu doğrurur; başka hareketler de bunları değışikliğe uğratabilir; fakat biz kendi hareketlerimizle hâsıl edilen değışiklikleri ayırt etmeye sevklediliyoruz ve bunları iki sebepten ötürü kolayca biribirinden ayırt ediyoruz: 1° Kendi hareketlerimizle hâsıl edilen değışikliklerin iradî olması; 2° Onların kas duyularıyla birlikte olması.

Böylece izlenimlerimizin uğrıyabilecekleri değışiklikleri tabiî bir şekilde iki kategoriye bölüyoruz. Ben bunlara, pek uygun olmamakla beraber, şu isimleri vermiştim: 1° İç değışmeler, ki iradîdirler ve kas duyularıyla birlikte olurlar; 2° Dış değışmeler, bunların karakterleri ise evvelkilerin zıddıdır.

Sonra, dışdeğışmeler arasında, her şeyi ilk hale irca edici bir içdeğışme sayesinde düzeltilebilenler n bulunduğunu gözlüyoruz; birtakımı da bu şekilde düzeltilemiyorlar (Sözelimi bir dış cisim yer değıştirdiğı zaman, biz, ilk izlenimler topluluğunu yeniden ihya edecek şekilde, bizzat kendi yerimizi değıştirerek, bu cisme göre aynı bağıl duruma gelebiliriz; eğer cisim yer değıştirmeyip hal değıştirdiyse bu, imkânsızdır.) Bundan, dış değışmeler arasında yeni bir ayırt ediş doğuyor: böylelikle düzelilebilenlere durum değışmeleri; ötekilere hal değışmeleri diyoruz.

Söz gelimi yarısı mavi, yarısı kırmızı

olan bir küre varsayalım; önce bize mavi yarım küresini dönmüş bulunsun; sonra kırmızı yarım küre tarafını bize çevirecek şekilde kendi etrafında dönsün. Şimdi içinde mavi bir sıvı bulunan ve kimyasal bir reaksiyonla kırmızıya dötüşen küre şeklinde bir kab alalım. Her iki halde de mavi duyumunun yerini kırmızı almıştır; duyularımız aynı sırayı takibeden aynı izlenimleri hissetmişlerdir, böyle olmakla beraber biz bu iki değışikliğe biribirinden çok farklı gözüyle bakarız; birincisi bir yer değıştirmedir, ikincisi bir hal değışimidir. Niçin mi?

Çünkü, birinci halde, mavi yarım küre karşısına gelip ilk mavi duyumu yeniden hâsıl etmek için küre etrafında dönmekliğim yeter.

Dahası var, eğer iki yarım küre kırmızı ve mavi olacak yerde sarı ve yeşil olsaydı, kürenin dönmesi benim için nasıl bir mâna taşıyacaktı? Biraz önce mavinin ardından kırmızı gelmişti, şimdi sarıyı yeşil takip ediyor; böyle olduğu halde, iki kürenin aynı dönme hareketini yaptıkları, her ikisinin de eksenleri etrafında döndüklerini söylüyorum; tabii maviye göre kırmızı neyse, sarıya göre yeşilin de aynı olduğunu ileri süremem ; o halde nasıl oluyor da iki kürenin *aynı* yer değıştirmeye mâruz kaldığına hükmedebiliyorum?

Apaçık olarak şunun için ki, her iki

halde de, küre etrafında dönerek, yani aynı hareketleri yaparak, ilk duyumu yeniden meydana getirebilirim ve aynı hareketleri yaptığımı da aynı kas duyumlarını hissetmiş olmamadan anlarım; bunun için de önceden geometri bilmiye ve vücudumun hareketlerini geometri uzayı içinde tasarlamaya lüzum yoktur.

Başka bir örnek vereyim. Bir cisim gözümün önünde yer değiştirdi. İmgesi önce ağ tabakasının merkezinde teşekkül ediyordu, sonra kenarda teşekkül etti, eski duyum bana ağ tabakasının merkezinde nihayet bulan bir sinir lifi tarafından taşınıyordu, yeni duyum ise, ağ tabakasının kenarından kalkan *başka* bir sinir lifi tarafından getiriliyor; bu iki duyum keyfiyet bakımından birbirinden farklıdır; zaten böyle olmasaydı, onları nasıl birbirinden ayırdederdim?

O halde niçin keyfiyet bakımından farklı olan bu iki duyumun yer değiştiren aynı imgeyi gösterdiğine hükmediyorum? Çünkü cismi *gözümle takibedebilir*, gözün iradeli ve kas duyumlariyle birlikte olan bir yer değiştirmesiyle imgeyi ağ tabakasının merkezine getirebilir ve ilk duyumu yeniden tesis edebilirim.

Varsayayım ki bir kırmızı cismin imgesi ağ tabakasının A merkezinden B kenarına gitmiş olsun, sonra mavi bir cismin imgesi de ağ tabakasının A merkezinden B kenarına gitmiş bulunsun: bu iki cismin *aynı* yerdeğiştirmeyi yaptıklarına hükmedeceğim. Niçin? Çünkü,

her iki haldede ilk duyumu yeniden tesis edebilirim, bunun için de gözüme *aynı* hareketi yaptırmalıyım, gözümün *ayrı* hareketi yaptığını da aynı kas duyumlarını hissetmiş olmamdan anlarım.

Eğer gözümü hareket ettiremeseydim, ağ tabakasının kenarındaki kırmızı duyumuna göre ağ tabakası merkezindeki kırmızı duyum neyse, kenardaki mavi duyumuna göre de merkezdeki mavi duyum odur diyebilir miydim? O zaman keyfiyet bakımından birbirinden farklı dört duyuma sahip olurdum. Ancak, bunların yukarda anlattığım münasebetle bağlı olup olmadıkları sorulsa, sanki bir dinleme duyumu ile bir dokunma duyumu, yahut bir koku alma duyumu arasında bunu andırır bir münasebetin bulunup bulunmadığı soruluyormuş gibi, bu soru bana gülünç gelirdi.

Şimdi içdeğişmeleri, yani vücudumuzun iradeli hareketleriyle hâsıl edilen ve kas değişmeleriyle birlikte olan değişmeleri gözden geçirelim; bunlar da, dışdeğişmeleri hakkında yaptıklarımızı andıran şu iki müshadeye yol açacaklardır :

1° Vücudumun aynı *vaziyeti* muhafaza ederek bir noktadan ötekine gitmiş olduğunu varsayabilirim; bu takdirde bu vücudun bütün parçaları, uzaydaki mutlak durumları değişmekle beraber, aynı *bağlı* durumu muhafaza etmiş veya bu durumu yeniden

almış bulunurlar, yine varsayabilirim ki yalnızca vücudumun durumu değişmekle kalmamıştır, onun vaziyeti de aynı değildir, meselâ az önce bükülmüş duran kollarım bu defa uzanmış haldedir.

O halde vaziyet değişmesi olmadan yapılan salt durum değişmeleriyle, vaziyet değişmelerini ayırdetmeliyim. Bunların her biri bana kas duyuları şeklinde görünür. Acaba onları birbirinden nasıl ayırdedeceğim? Şöyle ki, birinciler bir dışdeğişmeyi düzeltmeye yarıyabilir, ötekilerle ise bu yapılamaz veya ancak noksan bir şekilde yapılabilir.

Şimdi karışımda geometri bilen bir adam varmış gibi, bu olayı açıklayacağım. Fakat bu ayırdetmeyi yapmak için geometri bilmek gerektiği sonucuna varmamalıdır. Geometri bilmezden önce, açıklamaksızın (âdeta denel bir yolla) olayı tesbit ediyorum. İki türlü değişme arasında bir ayırdetme yapmak için de olayı *açıklamama* lüzum yoktur, onu *tesbit etmekliğim* yeter.

Her ne olursa olsun açıklama kolaydır. Bir dış cismin yer değiştirdiğini varsayalım; eğer vücudumuzun çeşitli kısımlarının bu cisme göre ilk izafî durumlarını almalarını istiyorsak, bu çeşitli kısımların birbirine nazaran da ilk izafî durumlarını almış olmaları gereklidir. Ancak bu son şarta uyan içdeğişmeleri, bu cismin yer değiştirmesiyle

hâsıl olan dış değişmeyi düzeltmeye elverişli olacaktır. Böyle olunca, meselâ gözümün parmağıma göre izafî durumu değiştiyse, gözümü cisme göre ilk izafî durumuna getirebilir ve ilk görme duyumlarını da yeniden tesis edebilirim, fakat o zaman parmağımın cisme göre izafî durumu değişmiş olacak ve dokunma duyumları yeniden tesis edilmiş sayılmıyacaklardır.

2° Biz aynı bir dışdeğişmenin birbirinden farklı kas duyumlarına tekabül eden iki içdeğişme ile de düzeltilebildiğine şahit oluyoruz. Burada da yine hiç geometri bilmeksizin olayı tesbit edebilirim. Başka şeye ihtiyacım yoktur, fakat yine geometri dilini kullanarak olayı açıklayacağım. A durumundan B durumuna geçmek için birçok yollar seçebilirim. Bu yollardan birincisine bir S kas duyumları dizisi tekabül edecektir; ikinci bir yola başka bir S' kas duyumları dizisi tekabül edecektir. Bunlar umumiyetle birbirinden tamamen farklı olacaktır, çünkü ayrı ayrı kaslar çalışmış bulunacaktır.

Nasıl oluyor da bu iki S, S' dizisine aynı bir A B yer değiştirmesine tekabül eder göziyle bakıyorum? Çünkü bu iki dizi aynı bir dışdeğiştirmeyi düzeltmiye elverişlidirler. Bu nokta bir tarafa bırakılırsa, onlarda müşterek hiçbir şey yoktur.

Şimdi α , β gibi iki dışdedğişmeyi göz-önüne alalım : bunlar meselâ yarısı mavi,

yarısı kırmızı olan bir kürenin dönmesiyle yarısı sarı, yarısı yeşil bir kürenin dönmesi olsun; bu iki değişme arasında bizim için müşterek hiçbir şey yoktur. Zira biri mavi-den kırmızıya öteki de sarıdan yeşile geçişi ifade eder. Öte yandan iki S ve S' iç değişmeler dizisini gözönüne alalım ; bunlarda artık müşterek hiçbir şey bulunmayacaktır. Bununla beraber, ben, α ile β nın aynı yer değiştirmeye tekabül ettiklerini, S ile S' nin de aynı yer değiştirmeye tekabül ettiklerini söylüyorum. Niçin ? Çünkü S, α yı olduğu kadar β yı de düzeltebilir ve çünkü α , S' ile olduğu kadar S ile de düzeltilebilir. O zaman bir soru ortaya çıkıyor: eğer S nin α ve β yı düzelttiğine, S' nin de α yı düzelttiğine şahit olduysam, S' nin de β yı düzelteceğine emin miyim? Bu kanunun gerçekleşip gerçekleşmediğini bize ancak deney öğretebilir. Eğer, hiç olmazsa yaklaşık olarak bu kanun gerçekleşmeseydi, geometri olmazdı, uzay olmazdı, çünkü o zaman az önce yapmış olduğum gibi dışdeğişmelerle içdeğişmeleri sınıflandırmak, meselâ hal değişmeleriyle durum değişmelerini ayırtetmek faydasızlaşmıştı.

Bütün bunlarda deneyin oynadığı rolün neden ibaret olduğunu görmek ilgi vericidir. O bana belli bir kanunun yaklaşık olarak gerçekleştiğini gösterdi, fakat uzayın *nasıl* olduğunu ve söz konusu olan şartla nasıl uyduğunu öğretmedi. Gerçekten, her türlü

deneyden önce biliyordum ki ya uzay bu şarta uyacak, yahut var olmayacaktır. Dene-
yin bana geometrinin mümkün oluşunu
öğrettiğini de söyleyemem; kendim görüyö-
rum ki geometri mümkündür, çünkü hiçbir
çelişmeyi içine almıyor : deney bana yalnızca
geometrinin faydalı olduğunu öğretmiştir.

6 — GÖRME UZAYI

Her ne kadar, yukarıda açıkladığım gibi,
devitgen* izlenimlerin uzay kavramının doğma-
sında üstün bir tesiri varsa da (zira onlar ol-
masa uzay fikri asla teşekkül etmezdi), görme
izlenimlerinin de rolünü incelemek, «görme
uzayı» nın kaç boyutlu olduğunu araştırmak
ve bunun için de bu izlenimlere (n° 3) tarifini
tatbik etmek ilgisiz olmayacaktır.

O zaman bir zorluk karşımıza çıkar; ağ
tabakasının belli bir noktasında hâsıl olan
bir kırmızı renk duyumu göz önüne alalım;
öte yandan ağ tabakasının aynı noktasına
tesir eden bir mavi renk duyumu düşünelim.
Keyfiyet bakımından farklı olan bu iki duyumun
müşterek bir şeyleri olduğunu anlıyabilmek
için birtakım vasıtalarla sahip olmamız ge-
reklidir. Halbuki geçen paragrafta arzedilen
mütalâalara göre, bunu biz ancak gözün
hareketleri ve bu hareketlerin sebep olduğu
gözlemler yardımıyla biliyorduk. Göz hare-
ketsiz olsaydı, yahut biz onun hareketlerinin
farkında olmasaydık, keyfiyet bakımından ayrı
olan bu iki duyumun müşterek bir şeyleri

*Hareketle ilgili=moteur

bulunduğunu anlıyamazdık; onlara geometrik bir karakter veren şeyi belirtmezdik. O halde kas duyumları olmasaydı, görme duyumlarında geometrik hiç bir şey bulunmazdı, demek ki ortada salt görme uzayı diye bir şey yoktur.

Bu zorluğu kaldırmak için, aynı mahiyette, söz gelimi hepsi kırmızı olan ve ancak tesir ettikleri ağ tabakası noktasıyla birbirinden ayırđedilen duyumları göz önüne alalım. Apaçıktır ki ağ tabakasının tesir gören noktası neresi olursa olsun, hüttin aynı renk duyumlarını aynı sınıfta birleştirmekliğim için, tekmił görme duyuları arasında bu kadar keyfi bir seçim yapmama hiçbir sebep yoktur. Eğer yukarda gördüğümüz vasıtaıyla, evve.ce, hal değişmelerini durum değişmelerinden ayırdetmeyi öğrenmiş olmasaydım, yani gözüm hareketsiz bulunsaydı, bunu asla aklımdan geçirmezdim. Ağ tabakasının ayrı ayrı kısımlarına tesir eden aynı renge ait iki duyum, tıpkı birbirinden ayrı iki renk duyumunda olduğu gibi, bana keyfiyet bakımından farklı görünürlerdi.

O halde kırmızı renk duyumlariyle yetinmekle kendimi yapma bir sınır içinde kalmıya zorlamış oluyorum ve sorunun bir tarafını sistematik şekilde ihmal ediyorum; fakat ancak bu sayede, devitgen duyumu karıştırmaksızın görme uzayını çözümliyebilirim.

Ağ tabakası üzerine çizilmiş olan ve onun yüzeyini ikiye bölen bir çizgi tasavvur edelim; bu çizginin bir noktasına tesir eden yahut da bundan ayırdedilemeyecek kadar az fark eden kırmızı duyumları bir tarafa koyalım. Bu duyumların topluluğu C adını vereceğim bir kesim teşkil edecektir. Bu kesimin mümkün olan bütün kırmızı duyumlar topluluğunu bölmeye yeteceği açıktır. Öyle ki, çizginin ayrı ayrı iki tarafında bulunan iki noktaya tesir eden iki kırmızı duyum alırsam, belli bir anda kesime ait bir duyuma raslamaksızın bu duyumların birinden ötekine geçemem.

O halde kesimin n boyutu varsa, benim tekmil kırmızı duyumların topluluğu, yahut başka bir dille, tekmil görme uzayı $n+1$ boyuta sahip olacaktır.

Şimdi C kesiminin bir noktasına tesir yapan kırmızı duyumları ayırdediyorum. Bu duyumlar topluluğu yeni bir C' kesimi teşkil edecektir. Bölme kelimesine hep aynı mânâyı vermek şartıyla, bu kesimin de C yi *böleceği* apaçaktır.

Eğer C' kesimi n boyutlu ise, C kesimi $n+1$ boyuta ve tekmil görme uzayı da $n+2$ boyuta malik olacaktır.

Eğer ağ tabakasının aynı bir noktasına tesir eden bütün kırmızı duyumlara özdeş göziyle bakılsaydı, C kesimi bir tek basit elemana indirgeneceği için o boyutlu olacak, görme uzayı ise 2 boyutlu bulunacaktı.

Bununla beraber çok defa gözün bize üçüncü bir boyut duygusunu verdiği ve bir dereceye kadar, cisimlerin uzaklıklarını anlamıya yardım ettiği söylenir. Bu duygu çözümlenmiye çalışılınca, kendisinin ya gözlerin yakınsaması şuuruna, yahut imgeyi tam noktasına düşürmek için kirpik kasının yaptığı uyum gayretine indirgendiği görülür.

Şu halde ağ tabakasının aynı noktasına tesir eden iki kırmızı duyumu, ancak aynı bir yakınsama duygusuyla ve aynı bir uyum gayreti duygusuyla bir arada oldukları veya hiç olmazsa ayırde-dilemiyecek kadar az fark eden bir yakınsama ve uyum duygusuyla bir arada bulundukları takdirde, özdeş sayılacaklardır.

Bu hesaba göre C' kesiminin kendisi de bir süreklidir ve C süreklisinin birden fazla boyutu vardır.

Aslına bakılırsa deney bize öğretiyor ki, iki görme duyumu aynı yakınsama duygusuyla beraber oldukları zaman, onlar, aynı bir uyum duygusuyla de bir arada bulunurlar.

Böyle olunca. C' kesiminin belli bir yakınsama duygusuyla beraber olan bütün duyumlariyle yeni bir C'' kesimi teşkil etsek, geçen kanuna göre bunların hepsi ayırde-dilemez olacak ve özdeş sayılabileceklerdir; o halde C'' bir sürekli olmayacak ve o boyutlu olacaktır; C'' ise C' yu böldüğünden, C' nün bir boyutu, C nin iki boyutu var

demektir, o zaman *tekmil görme uzayı üç boyuta sahip olur.*

Deney bize bunun aksini öğretmiş olsaydı ve belli bir yakınsama duygusu daima aynı bir uyum duygusuyla beraber olmasaydı, durum böyle olur muydu? Bu halde ağ tabakasının aynı noktasına tesir eden ve aynı bir yakınsama duygusuyla birlikte bulunan, dolayısıyla ikisi de C" kesimine ait olan iki duyum, yine de ayırdedilebilirler. Çünkü birbirinden farklı iki uyum duygusuyla bir arada olacaklardır. O halde bizzat C" de bir süreklidir ve en az bir boyuta sahiptir: o zaman C' iki, C üç ve *tekmil görme uzayı dört boyuta sahip bulunur.*

Buna bakarak, denel bir kanundan kalkıp uzaya üç boyut atfetmeye sürüklen-düğümüzden dolayı, uzayın üç boyutlu oluşunu bize deneyin öğrettiği söylenecek midir? Fakat biz böylelikle âdeta bir fizyoloji de-neyi yapmış olduk; yakınsama ve uyum duyguları arasındaki ahengi bozmak için gözlere münasip bazı camların konulması yettiği gibi, uzayın dört boyutlu olması için de iri bir gözlüğün kullanılması yeter diyecek miyiz, ve bunları yapan gözlükçü uzaya bir boyut daha eklemiş olur mu? Tabii hayır. Biz yalnız şu kadarını söyleye-biliriz: deney bize öğretiyor ki uzaya üç boyut atfetmek kullanışlıdır.

Fakat görme uzayı tekmil uzayın bir parçasıdır, ve bizzat bu uzay kavramı içinde,

başlangıçta söylediğim gibi, yapma bir şey vardır. Hakiki uzay devitgen uzaydır, biz de gelecek bölümde onu inceliyeceğiz.

BÖLÜM IV

Uzay ve Uzayın Üç Boyutu

1 — YER DEĞİŞTİRMELER GRUPU

Şimdiye kadar elde ettiğimiz sonuçları kısaca özetleyelim. Uzay üç boyutludur demekle ne kastedildiğini araştırmış ve önce bir fizik süreklisinin ne olduğunu, buna ne zaman n boyutludur denilebildiğini soruşturmuştuk. Çeşitli izlenim sistemlerini göz önüne alır ve bunları birbiriyle mukayese edersek, çok defa bu izlenim sistemlerinin birbirinden ayırdedilemez olduklarını kabul ederiz (bu izlenimlerin birbirine çok yakın, duyularımızın da onları birbirinden ayıramıyacak kadar kaba saba olduklarını söylerken ifade etmek istediğimiz şey budur). Ayrıca bu sistemlerden ikisinin aynı bir üçüncünden ayırdedilemez oldukları halde, bazen birbirinden ayırdedilebildiklerine şahit oluruz. Böyle olunca, bu izlenim sistemleri topluluğu bir C fizik süreklisi teşkil ediyor denir. Sistemlerden her birine de C süreklisinin bir *elemanı* adı verilir.

Acaba bu süreklinin kaç boyutu vardır? Önce C nin A ve B gibi iki elemanını alalım,

ve hepsi C süreklisine ait olan bir Σ elemanlar dizisinin mevcut olduğunu varsayalım. Öyle ki A ile B bu dizinin iki uc terimi olsun ve dizinin her terimi kendisinden önce gelenden ayırdedilemez bulunsun. Böyle bir Σ dizisi bulunabilirse, A ile B nin birbirine *bağlı* olduklarını söyleyeceğiz; eğer C nin herhangi iki elemanı birbirine bağlı ise C yekparedir diyeceğiz.

Şimdi C süreklisi üzerinde tamamiyle keyfi olarak birkaç eleman seçelim. Bu elemanlar topluluğu *kesim* adını taşıyacaktır. A yı B ye bağlayan Σ dizileri arasında bir elemanı kesim elemanlarının birinden ayırdedilemez, olanlarla (ki bunların kesimi kesen diziler olduğunu söyleyeceğiz) *bütün* elemanları kesimin bütün elemanlarından ayırdedilebilir olanları ayıracağız. Eğer A yı B ye bağlayan *bütün* Σ dizileri kesimi kesiyorsa, A ile B nin kesimle *ayrılmış* olduğunu yahut kesimin C yi *böldüğünü* söyleyeceğiz. Eğer C üzerinde kesimle ayrılmış iki eleman bulunamazsa, kesim C yi *bölmüyor* diyeceğiz.

Bu tarifler ortaya konulduktan sonra C süreklisi, bizzat birer sürekli teşkil etmeyen kesimlerle bölünebilirse, bu C süreklisi yalnız bir boyutludur; aksi halde birkaç boyutludur. Eğer C yi bölmek için, 1 boyutlu bir sürekli teşkil eden bir kesim yeterse C, 2 boyuta sahip olacak, 2 boyutlu

bir sürekli teşkil eden bir kesim elverirse C, 3 boyutlu olacaktır v. b.

Bu tarifler sayesinde, her hangi bir fizik süreklisinin kaç boyuta sahip olduğu anlaşılabilir. Bundan sonra geriye âdetta uzaya denk bir fizik sürekli bulmak kalır, öyle ki uzayın her noktasına bu süreklinin bir elemanı tekabül etsin ve uzayın birbirine çok yakın olan noktalarına da ayırdedilemez elemanlar karşı gelsin. O zaman uzay bu süreklinin boyutları sayısı kadar boyuta sahip olacaktır.

Tasarlanabilir olan bu fizik süreklisinin aracılığı zorunludur; çünkü biz uzayı tasarlıyamayız, ve bunun da birçok sebepleri vardır.

Uzay bir matematik süreklişidir, sonsuzdur, halbuki biz ancak fizik süreklişlerini ve sonlu cisimleri tasarlıyabiliriz. Uzayın nokta dediğimiz çeşitli elemanları birbirine benzeridir, halbuki bizim tanımımızı tatbik etmemiz için, elemanları, hiç olmazsa birbirine çok yakın olmadıkları hallerde, ayırdetmeyi bilmemiz gereklidir. Nihayet mutlak uzay bir mânasızlıktır ve bizim bu mutlak uzayı değişmez şekilde vücudumuza bağlı eksen sistemlerine nispet etmemiz gereklidir (bunun için de vücudumuzu daima aynı vaziyete gelmiş varsaymalıyız).

Bundan sonra görme duyularımızla uzaya denk bir fizik sürekliş kurmaya ça-

lıştım; bu şüphesiz kolaydır ve bu örnek bilhassa boyutlar sayısının tartışmasında elverişli olmuştur; bu tartışma hangi ölçü dahilinde «görme uzayı» üç boyutludur denilebileceğini meydana çıkarmıştır. Ancak bu çözüm tarzı noksandır ve yapmadır, niçin böyle olduğunu açıklamıştım. Dolayısıyla bütün gayretimizi görme uzayı üzerinde değil devitgen uzay üzerinde harcamalıyız.

Bundan sonra da vaziyet değişimleriyle hal değişimleri arasında yaptığımız ayırdetmenin menşeiini hatırlatmıştım.

İzlenimlerimizde husule gelen değişiklikler arasında, önce iradeli ve kas duyumlarıyla birlikte olan iç değişimleri ve bunların aksı karakterde olan dış değişimleri ayırdetmiştik. Bir dışdeğişimin, ilk duyumları yeniden tesis eden bir içdedğişme ile düzeltilebildiğini de tesbit eylemiştik. Bir içdeğişme ile düzeltilebilir olan dışdeğişmelere *durum değişimleri* denir, böyle olmıyanlara da *hal değişimleri* denir. Bir dışdeğişmeyi düzeltmiye elverişli olan içdeğişmelere *vücudun blok halinde yer değiştirmeleri* denir; ötekileri de *vaziyet değişimleri* adını taşır.

Şimdi α ile β iki dışdeğişme, α' ile β' de iki içdeğişme olsun. α nın gerek α' ve gerek β' tarafından düzeltilebilir olduğunu varsayalım; α' de gerek α yı gerekse β yı düzeltebilsin; o zaman deney bize öğretir ki β' , β yı da düzeltebilir. Bu halde α ile β

nın *aynı* yer değiştirmeye tekabül ettiklerini ve bunun gibi α' ile β' nün de *aynı* değiştirmeye tekabül ettiklerini söyleyeceğiz.

Bunlar anlaşıldıktan sonra, *yer* değiştirmeler *grubu* veya *sürekli* adını vereceğimiz bir fizik sürekli tasavvur edecek ve kendisini şöyle tanımlıyacağız. Bu sürekli- nin elemanları dışdeğişmeleri düzeltmeye elverişli olan içdeğişmeleri olacaktır. Bu içdeğişmelerden α' ve β' gibi ikisine şu hallerde ayırdedilemez göziyle bakılacaktır : 1° Eğer onlar tabii olarak ayırdedilemez iseler, yani birbirine çok yakın iseler; 2° Eğer α' , tabii şekilde β den ayırdedilemez olan üçüncü bir içdeğişme ile beraber aynı dışdeğişmeyi düzeltmiye elverişli ise. Bu ikinci halde onlar uylaşım icabı, yani kendilerini ayırdettirecek hal ve şartlardan tecerrüt edildiği takdirde, ayırdedilemez olacaklardır.

Elemanları bildiğimiz ve hangi şartlar içinde bunlara ayırdedilemez göziyle bakılacağını açıkladığımız için, bizim sürekli tamamiyle tarif edilmiş demettir. Böylece tarifimizi tatbik ve bu sürekli- nin kaç boyutlu olduğunu tâyin etmek için elimizde gereken her şey var demektir. O zaman göreceğiz ki bu sürekli- nin *altı* boyutu vardır. O halde *yer* değiştirmeler sürekli- si uzaya denk değildir, zira boyutlar sayısı aynı değildir, sadece uzayla onun arasında hısımlık kurulmuştur.

Acaba bu *yer* değiştirmeler sürekli- sinin

altı boyutlu olduğunu nereden biliyoruz? Bunu *deneyle* biliyoruz. Bu sonuca varmak için yapılacak deneyleri anlatmak kolay olurdu. Bu sürekli içinde, sürekliyi bölen ve kendileri de sürekli olan kesimlerin yapılabileceği görülürdü. Bizzat bu kesimler de, ikinci mertebeden olan ve kendileri de birer sürekli teşkil eden kesimlerle bölünürdü. Böylece ancak altıncı mertebeden kesimlerden sonra durulurdu ve bunlar artık sürekli olmazdı. Tariflerimize göre bu , yer değiştirmeler grubunun altı boyutlu olması demektir.

Bütün bunlar kolay olurdu dedim, fakat oldukça uzun sürerdi; hem biraz da üstünkörü olmaz mıydı. Bu yer değiştirmeler grubu evvelce gördük, uzaya hısımdır. ve kendisinden uzay muhakeme ile çıkarılabilir; fakat o uzaya denk değildir zira boyutları sayısı uzayınkiyle aynı değildir. Zaten bu sürekli kavramının nasıl teşekkül ettiğini ve kendisinden uzayın nasıl çıkarıldığını göstermiş olsak bile, üç boyutlu uzaya neden bu altı boyutlu sürekliden daha fazla alışkın olduğumuzu daima soruşturabilir, dolayısıyla uzay kavramının insan zekasında bu dolambaçlı yoldan geçerek teşekkül etmiş olmasını şüphe ile karşılayabiliriz.

2. — İKİ NOKTANIN ÖZDEŞLİĞİ

Bir nokta nedir? Uzayın iki noktasının özdeş veya birbirinden farklı olduklarını

nasıl anlıyoruz? Yahu başka bir deyişle, A cismi α anında B cisminin β anında işgal ettiği yeri işgal ediyordu dersem, bunun ne mânası vardır?

İşte geçen bölümün 4 üncü paragrafında bu problemi ortaya atmıştık. Evvelce de açıkladığım gibi, bunda bahis konusu olan şey A, B, cisimlerinin mutlak uzaydaki durumlarının mukayesesini değildir; o zaman sorunun hiçbir mânası olmazdı; vücudumun daima aynı vaziyete getirildiğini varsayarak, bu iki cismin vücuduma değişmez şekilde bağlı eksenlere göre durumlarını mukayese etmek söz konusudur.

Varsayayım ki α ve β zamanları arasında ne vücudumu, ne gözümü kımıldatmış olmayayım, bundan da kas duyumunun yardımıyla haberim olabilir. Aynı şekilde ne başımı, ne kolumu, ne de elimi kımıldatmadım. α anında A cismine attığım izlenimlerden bazısının optik sinirinin bir, teliyle diğerlerinin de parmağımın bir duysal dokunma siniriyle bana nakledilmiş olduğunu tesbit ediyorum; β anında, B cismine attığım başka izlenimlerden bazısının aynı optik siniri teliyle, bazısının da yine aynı dokunma siniriyle bana nakledilmiş olduğunu tesbit ediyorum.

Burada bir açıklama için duraklamam gerekli olur; A ya ve B ye attığım keyfiyet bakımından farklı izlenimlerin bana aynı sinirle nakledilmiş olduğunu nasıl

biliyorum? Misal olarak görme duyumları alınsa, A nın zamandaş iki duyum hâsıl ettiği, bunlardan birinin salt ışıksal bir a duyumu, ötekinin de bir a' renk duyumu olduğu; bunun gibi B nin de zamandaş olarak bir b ışık duyumuyla bir b' renk duyumunu hâsıl ettiği; ve bu çeşitli duyumlar bana aynı ağtabakası teliyle nakledildikleri takdirde, a nın b ye özdeş olacağı, fakat umumiyetle birbirinden farklı cisimler tarafından hâsıl edilen a', b' renk duyumlarının farklı olacağı varsayılmalı mıdır? Bu halde bütün bu duyumların bana aynı tellerle nakledildiğini haber veren şey, a' ile birlikte olan a duyumunun b' ile birlikte olan b duyumuna özdeşliği olurdu.

Bu hipotezin değeri ne olursa olsun, ve ne kadar ben ondan daha karışık olanlarını tercihe meyylediyorsam da, bizim $a+a'$ ile $b+b'$ duyumları arasında müşterek bir şey bulunduğundan şu veya bu şekilde haberdar edildiğimiz muhakkaktır, yoksa B cisminin A cisminin yerini aldığını hiçbir vasıta ile anlayamazdık.

O halde daha fazla ısrar etmiyorum ve yapmış olduğum hipotezi hatırlatıyorum: Farzedeyim ki B ye atfettiğim izlenimleri ϕ anında bana nakleden görme ve dokunma telleri evvelce A ya atfetmiş olduğum izlenimleri α anında bana nakleden görme ve dokunma telleriyle aynı olsun. Eğer durum

böyle ise, B tarafından β anında işgal edilen nokta, A tarafından α anında işgal edilen noktaya özdeştir demekle tereddüt etmiyeceğiz.

Bu iki noktanın özdeş olması için iki şart söyledim; biri görmeye, öteki de dokunmaya aitti. Bunları ayrı ayrı gözden geçirelim. Birincisi gereklidir, fakat yetmez. İkincisi hem gereklidir, hem de yeter. Geometri bilen birisi onu kolayca şöyle izah ederdi: ağ tabakası üzerinde A cisminin α anındaki imgesinin teşekkül ettiği nokta O olsun ; bu A cisminin α anında uzayda işgal ettiği nokta da M olsun; B cisminin β anında uzayda işgal ettiği nokta M' olsun. Bu B cisminin imgesinin tam O da olması için M ve M' noktalarının üstüste gelmesi zorunlu değildir, görme fiili uzağa tesirli olduğundan üç O M M' noktalarının aynı doğru üzerinde bulunması yeter. O halde M ve M' noktalarının çakışması için iki cisim imgesinin O da teşekkül etmesi şartı gereklidir, fakat yetmez. Şimdi parmağımın kımıldanmaksızın işgal ettiği nokta P olsun. Dokunma uzağa tesirli olmadığından A cismi α anında parmağıma dokunuyorsa M ile P üstüste çakışık demektir; eğer B cismi β anında parmağıma dokunuyorsa M' ile P üstüstedir. O halde M ile M' de üstüste çakışır. Demek oluyor ki A'nın parmağına α anında, B'nin β anında

dokunması şartı, M ile M' nün üstüste gelmesi için hem gerekli, hem de yeterdir.

Fakat biz henüz geometri bilmediğimiz için bu şekilde muhakeme yürütemeyiz. Yapabileceğimiz şey, görmeye ait olan birinci şartın dokunmaya ait olan ikinci şart gerçekleşmeksizin yerine getirilebileceğini, halbuki ikincinin birinci gerçekleşmeksizin yerine getirilmiyeceğini deneyle tesbit etmektir.

Varsayalım ki deney bunun bize aksini öğretmiş olsun. Bu olabilir, böyle bir hipotez hiç de saçma değildir. O halde görmeye ait şart gerçekleşmeksizin dokunmaya ait olanın yerine getirilebildiğini, fakat aksine dokunmaya ait olan şart gerçekleşmedikçe görmeye ait olanın yerine getirilemez olduğunu deneyle tesbit ettiğimizi varsayalım. Böyle olunca, dokunmanın uzağa tesirli olduğu, görmenin ise uzaktan tesirini duyurmadığı sonucuna varacağım apaçıktır.

Hepsi bu kadarla kalmıyor; bu ana kadar bir cismin yerini tâyin etmek için. sadece gözümü ve yalnız bir parmağımı kullandığımı varsaydım; fakat başka vasıtaları da, sözelimi öteki parmaklarımı da, kullanabilirdim.

Varsayayım ki birinci parmağım α anında A cismine attettiğim bir dokunma izlenimi alsın. Bir S kas duyumları dizisine tekabül eden bir sıra hareketler yapıyorum. Bu hareketlerin sonunda, α anında, *ikinci*

parmağım, yine A ya attettiğim bir dokunma izlenimi almış olsun. Daha sonra, β anında, yerimden kılmıdamadığım halde (bunu da bana kas duyum bildirir) aynı ikinci parmak, bu defa B cismine attettiğim yeni bir dokunma izlenimini bana naklediyor. Bundan sonra bir S' kas duyumları dizisine tekabül eden bir sıra hareketler yapıyorum. Biliyorum ki bu S' dizisi S nin tersidir ve onun aksi olan hareketlere tekabül eder. Bunu nasıl biliyorum? Çünkü evvelce yapmış olduğum birçok deneyler bana gösterdi ki sırayla S ye ve S' ye tekabül eden hareketleri yapınca ilk izlenimler yeniden teessüs ediyor, yani iki dizi karşılıklı olarak birbirini denkleştiriyordu. Bu anlaşıldıktan sonra, ikinci hareketler dizisi bitince, β' anında, *birinci parmağımın* B cismine atfedilebilir Bir dokunma izlenimi hissetmesini beklemeli miyim?

Bu soruya cevap vermek için, geometri bilenler şöyle bir istidlâlde buluncaklardır: α ile α' anları arasında A cisminin, β ile β' anları arasında da B cisminin yerinden kılmıdamamış olması ihtimal içindedir. Böyle olduğunu kabul edelim. α anında, A cismi uzayın bir M noktasını işgal ediyordu. Hal buki o anda, aynı cisim benim birinci parmağıma dokunmaktadır ve *dokunma uzağa tesirli olmadığı için*, birinci parmağım da M noktasında bulunuyordu. Bundan sonra

S hareketler dizisini yaptım ve bu serinin sonunda, α' anında A cisminin ikinci parmağıma dokunduğunu tesbit ettim. Bundan bu ikinci parmağın o zaman M de bulunduğunu, yani S hareketlerinin ikinci parmağı birincinin yerine getirmek sonucunu doğurduğunu çıkardım. β anında B cismi ikinci parmağımla temas haline geldi; ben kımıldamadığım için bu ikinci parmak M de kaldı; o halde B cismi de M ye geldi; hipotezden ötürü cisim artık β' anına kadar kımıldanmadı. Fakat β ve β' anları arasında ben S' hareketlerini yaptım; bu hareketler S hareketlerinin tersi oldukları için, birinci parmağımı ikincinin yerine getirmek neticesini doğurmalıydırlar. Öyleyse, β' anında, bu birinci parmak M de olacaktır; ve B cismi de M de olduğundan B cismi birinci parmağıma dokunacaktır. Demek oluyor ki ortaya atılan soruya evet cevabı verilmelidir.

Fakat henüz geometri bilmiyen bizler için bu yolda istidlâl yapamayız, fakat bu tahminin bayağı hallerde gerçekleştiğine şahit oluyoruz; ve birtakım istisnaları da, daima, A cismi α ile α' anları arasında, B, cismi de β ile β' anları arasında hareket etmiştir, diyerek açıklayabiliriz.

Acaba deney buna aykırı bir sonuç veremez miydi, ve bu aykırı sonuç kendi başına saçma olur mıydı? Tabii ki hayır. Eğer

deney böyle bir aykırı sonuç verseydi ne yapardık? O zaman her türlü geometri imkânsız olur muydı? Asla. Sadece şu sonuca varmakla kaldık: *dokunma uzağa tesirli olabilir.*

Ben, dokunma uzağa tesir etmez, fakat görme uzağa esirini duyurur dediğim zaman, bu sözün yalnız bir mânası vardır. O da şudur: B nin β anında, A nın α anında işgal ettiği noktayı işgal edip etmediğini anlamak için pek çok sayıda kriter kullanabilirim; kimsinde gözüm, kimsinde birinci parmağım, kimsinde ikinci parmağım v. s. işe karışır. O zaman parmaklarımdan birine ait kriter sağlanınca bütün geri kalanlara ait olanlar da sağlanmış olur, fakat göze ait olan kriterin sağlanmış olması bütün diğerlerinin sağlanmasına yetmez. İşte yukarıda söylediğim sözün mânası budur, böylelikle her zaman gerçekleşen bir denel olayı tasdik etmiş oluyorum.

Geçen bölümün sonunda görme uzayını çözümledik; bu uzayı meydana getirmek için, ağ tabakası duyumlarını, yakınsama duyumunu ve uyumu ithal etmenin gerektiğini gördük; eğer bu son ikisi uzlaşmasaydı, görme uzayı üç yerine dört boyutlu olacaktı; öte yandan yalnızca ağ tabakasına ait duyumlar ithal edilmiş olsaydı, «basi görme uzayı» elde edilecek ve bunun ancak iki boyutu olacaktı. Şimdi, yalnız bir parmağın

duyumlarıyla yani kısaca bu parmağın işgal edebileceği durumlar topluluğuyla yetinmek üzere, dokunma uzayını gözönüne alalım. Gelecek paragrafta inceleneceği için şimdilik uzun boylu izaha lüzum görmediğimiz bu dokunma uzayı üç boyutludur. Niçin asıl uzay, dokunma uzayı kadar boyuta sahiptir de görme uzayından daha fazla boyutludur? Çünkü dokunma uzağa tesirli değildir, halbuki görme uzağa tesirlidir. Bu iki iddianın mânası birbirinin aynıdır ve bu mânanın ne olduğunu da görmüş bulunuyoruz.

Şimdi tartışmayı durdurmamak maksadiyle çabuk geçtiğim bir noktaya dönüyorum. A tarafından α anında ve B tarafından β anında ağ tabakamız üzerine yapılan izlenimlerin, bu izlenimler keyfiyet bakımından farklı olduğu halde bize aynı ağ tabakası teli tarafından nakledikdiklerini nereden biliyoruz? Bir hipotez ileri sürmüş, fakat bundan daha karışık başka hipotezlerin olasıca daha doğru görüldüğünü sözlerime ilâve etmiştim. İşte önce birkaç kelime ile anlattığım bu hipotezler şunlardır: Kırmızı A cismi tarafından α anında, mavi B cismi tarafından β anında hâsıl edilen izlenimlerin, bu iki cismin imgesi ağ tabakasının aynı noktasında teşekkül ettiği takdirde, ortak bir şeyleri bulunduğunu nerden biliyoruz? Bu maksatla yukarda yapmış ol-

duğum basit hipotez reddolunabilir ve keyfiyet bakımından birbirinden farklı olan bu iki izlenimin birbirine bitişik, fakat farklı iki sinir teli tarafından bana nakledildiği kabul olunabilir.

Acaba bu tellerin bitişik olduğunu anlamak için elimde ne gibi bir vasıta vardır? Göz hareketsiz olsaydı, ihtimal ki, hiçbir vasıtamız bulunmazdı. Ağ tabakasının A noktasındaki mavi duyumuyla, B noktasındaki mavi duyumu arasında ne bağıntı varsa, A noktasındaki kırmızı duyumla B noktasındaki kırmızı duyum arasında da aynı bağıntının bulunduğunu bize öğreten gözün hareketleridir. Gerçekten onlar, aynı kas duyumlarına tekabül eden hareketlerin, birinciden ikinciye, yahut üçüncüden dördüncüye geçmemize elverdiğini göstermişlerdir. Görüldüğü gibi Lotze'un ortaya attığı mahallî işaretler problemine bağlanan bu düşünceler üzerinde fazla durmuyorum.

3. — DOKUNMA UZAYI

Böylece iki noktasının, A'nın α anında işgal ettiği nokta ile B'nin β , anında işgal ettiği noktanın özdeş olup olmadığını bir şartla anlıyabiliyorum: O da α ve β anları arasında kımıldanmamış olmamdır. Fakat bizim konumuz için bu kadarı yetmez. Bu iki an arasında her hangi bir şekilde kımıldandığını varsayayım. O zaman A'nın

α anında işgal ettiği noktanın B nin β anında işgal ettiği nokta ile aynı olduğunu nereden bileceğim? α anında A cisminin birinci parmağıma değdiğini, β anında da, B cisminin bu parmağa dokunduğunu varsayayım; bu esnada vücudumun hareket ettiğini bana kas duyum haber vermiş olsun. Yukarıda S ve S' gibi iki kas duyumları dizisi gözönüne almış ve bazen böyle iki diziyi birbirinin aksi olarak mütalâa etmiye sevkedildiğimizi söylemiştim, çünkü bu iki seri birbirini takip ettiği zaman, çok defa, ilk izlenimlerimizin yeniden teessüs ettiğini görüyorduk.

Böyle olunca, birbirinin aksi olarak mütalâa ettiğim S ve S' kas duyumları dizisini sıra ile hissedecek tarzda, α ve β anları arasında hareket ettiğimi kas duyum bana haber vermiş olsun. Eğer birinci parmağımın α anında A ve β anında B ye dokunduğuna şahit olursam, sanki hiç yerimden kımlıdanmamışım gibi, yine A nın α anında ve B nin β anında işgal ettiği noktaların özdeş olduğu sonucuna varacağım.

Biraz ileride görüleceği gibi bu çözüm de tam mânasiyle tatmin edici değildir. Gerçekten, onun yardımıyla uzaya kaç boyut atfedeceğimizi görelim. A ve B tarafından α ve β anlarında işgal edilen iki noktayı, yahut parmağımın α ve β anlarında işgal ettiği iki noktayı mukayese etmek istiyorum (parmağım α anında A ya ve β anında B ye

değdiğine göre bunlar aynı şey demektir). Böyle bir mukayese için elimde bulunan tek vasıta, vücudumun bu iki an arasındaki hareketleriyle beraber olan kas duyumları dizisidir. Tasavvur edilebilen çeşitli Σ dizileri, apaçık olarak, boyutları sayısı pek büyük bir fizik süreklisi teşkil ederler. Evvelce yaptığım gibi, S ile S', kelimeye yukarda verilen mânada birbirinin aksi oldukları zaman, iki Σ ve $S + S' + \Sigma$ dizilerini birbirinden farklı olarak mütalâa etmemeyi kabul edelim; bu itibara rağmen, birbirinden farklı Σ dizileri topluluğu yine bir fizik süreklisi teşkil edecek ve boyutlar sayısı daha az olmakla beraber yine de çok fazla olacaktır.

Bu Σ dizilerinden her birine uzayın bir noktası tekabül eder; böylece iki Σ ve Σ' dizilerine iki M ve M' noktaları tekabül edecektir. Bu ana kadar elimizde olan vasıtalar, M ve M' noktalarının iki halde birbirinden farklı olmadığını anlamamıza yetmektedir: 1° Σ dizisi Σ' ye özdeş olduğu zaman; 2° S ile S' birbirinin aksi olduğuna göre, $\Sigma' = \Sigma + S + S'$ olduğu zaman. Eğer bütün diğer hallerde M ile M' ye birbirinden farklı göziyle baksaydık, noktalar topluluğu, birbirinden farklı Σ dizileri topluluğu kadar, yani 3 den çok daha fazla, boyuta sahip olurdu.

Geometri bilenlere bu, şöyle bir muhakeme ile anlatılabilir. Tasavvur edilebilen bütün kas duyumları arasında, parmağın kı-

mıldamadığı hareket dizilerine tekabül edenler olur. Diyorum ki, σ dizisi parmağın kılmıldamadığı hareketlere tekabül ettiğine göre, Σ ve $\Sigma + \sigma$ dizileri birbirinden farklı olarak mütalâa edilmezse, seriler topluluğu üç boyutlu bir sürekli teşkil edecektir; fakat S ile S' birbirinin aksi olduğuna göre, $\Sigma' = \Sigma + S + S'$ olmamak şartıyla, iki Σ ve Σ' dizisine birbirinden farklı göziyle bakılırsa, diziler topluluğu üçten fazla boyutlu bir sürekli teşkil edecektir.

Gerçekten uzayda bir A yüzeyi, bu yüzey üzerinde bir B eğrisi, bu eğri üzerinde de bir M noktası alalım; bütün Σ dizileri topluluğu C_0 olsun. Öyle Σ dizileri topluluğuna C_1 diyelim ki bunlara tekabül eden hareketlerin sonunda parmak A yüzeyi üzerinde bulunsun. Bunun gibi sonunda parmağın B üzerinde yahut M de bulunduğu Σ dizileri toplulukları da C_2 yahut C_3 olsun. Bir kere C_1 in C_0 bölen bir kesim teşkil edeceği, C_2 nin C_1 i bölen bir kesim teşkil edeceği ve C_3 ün de C_2 yi bölen bir kesim teşkil edeceği açıktır. Bundan, tariflerimiz gereğince, C_3 kesimi n boyutlu bir sürekli olduğuna göre, C_0 in $n + 3$ boyutlu bir fizik süreklisi olacağı sonucuna varılır.

Şimdi C_3 e ait iki Σ ve $\Sigma' = \Sigma + \sigma$ dizisi alalım; her ikisi için de, hareketlerin sonunda parmak M de bulunsun: bundan, σ dizisinin başında ve sonunda parmağın aynı M noktasında olduğu sonucu çıkarılır. O halde

bu σ dizisi, parmağın kılmıdamadığı hareketlere tekabül eden dizilerden biridir. Eğer Σ ile $\Sigma' + \sigma$ ya birbirinden ayrı göziyle bakılmazsa, bütün C_8 dizileri bir taneye indirgenecektir; o zaman C_8 , 0 boyutlu olacak ve C_0 da, benim ispatlamak istediğim gibi, 3 boyutlu olacaktır. Eğer aksine Σ ile $\Sigma + \sigma$ ya üst üste çakışık göziyle bakmazsam (bu da mümkündür, meğer ki, S ile S' birbirinin aksi olduğuna göre $\sigma = S + S'$ olsun), o zaman C_8 ün birbirinden farklı pek çok sayıda duyumlar dizisini ihtiva edeceği açıktır; zira parmak kılmıdamaksızın, vücut birbirinden farklı pek çok vaziyetler alabilir. Bu halde C_8 bir sürekli teşkil edecek ve C_0 üçten fazla boyutlu olacaktır, bu da yine benim ispatlamak istediğim şeydir.

Fakat henüz gometri bilmiyen bizler, bu tarzda düşünemeyiz. Yalnızca olayı tesbit edebiliriz. Ancak, o zaman ortaya bir soru çıkar: nasıl oluyor da, geometri bilmeden önce, parmağın kılmıdamadığı bu σ dizilerini ötekilerden ayırdetmiye sevkediliyoruz? Gerçekten ancak bu ayırdetmeyi yaptıktan sonradır ki Σ ile $\Sigma + \sigma$ ya özdeş göziyle bakmaya sevkediliriz ve görmüş olduğumuz gibi, ancak bu şartla, üç boyutlu uzaya erişebiliriz.

Biz şu sebeple σ dizilerini ayırdetmiye sevkedildik: çok defa, bu σ kas duyumları dizisine tekabül eden hareketleri yaptığım

zaman, birinci parmak dediğimiz parmağın siniriyle bize nakledilmiş olan dokunma duyumları hâlâ devam eder ve bu hareketlerle tegayyüre uğramaz. Bunu bize deney öğretiyor ve yalnız da o öğretebilirdi.

Eğer birbirinin aksi iki dizinin bir araya gelmesiyle teşekkül eden $S + S'$ kas duyum dizilerini ayırdettiyssek, bu, onların izlenimlerimizin topluluğunu muhafaza etmelerinden ötürü idi. Eğer şimdi σ dizilerini ayırdediyorsak, bu da onların izlenimlerimizden bazılarını muhafaza ettikleri içindir. (Bir S kas duyumları dizisinin izlenimlerimizden A gibi birini *muhafaza ettiğini* söylediğim zaman, önce A izlenimini sonra S kas duyumlarını hissedecek olursak bu S duyumlarından *sonra* da *yine* A izlenimini hissedeceğimizi söylemek istiyorum.)

Yukarda, *çok defa* σ dizilerinin birinci parmağımızla hissedilen dokunma izlenimlerini tagayyüre uğratmadığını söyledim; *çok defa* dedim, *daima* demedim; alışkın olduğumuz dilde, eğer parmak kımıldamadiyse dokunma izlenimi değişmez, diye ifade ettiğimiz şey işte budur, şu şartlaki bu parmakla temasta olan A cismi de yerinden kımıldanmamış olsun. Geometri bilmezden önce bu izahatı veremeyiz; yapabileceğimiz tek şey izlenimin çok defa devam ettiğini, fakat bunun her zaman doğru olmadığını tesbit etmektir.

Fakat σ dizilerinin bizce *dikkate değer* görünmesi Σ ve $\Sigma + \sigma$ dizilerini aynı bir sınıfta sıralamamız ve dolayısıyla kendilerine birbirinden farklı göziyle bakmamız için, izlenimin çok defa hâsıl olup devam etmesi yeter. Bu şartlar içinde onların üç boyutlu bir fizik süreklisi doğuracaklarını görmüştük. İşte birinci parmağımla doğrulmuş olan üç boyutlu bir uzay. Öteki parmaklarımdan her biri buna benzer bir uzay doğuracaktır. Nasıl oluyor da bunları görme uzayına, geometri uzayına özdeş olarak mütalâaya sevkediliyoruz? Şimdi bunu incelemek kalıyor.

Daha ileri gitmezden evvel bir düşünce öne sürelim; yukarda söylenenlere göre, uzayın noktalarını yahut daha genel olarak vücudumuzun *son* durumunu, ancak bizi belli bir ilk durumdan son duruma geçirmiş olan hareketleri bize anlatan kas duyumu dizileri yardımıyla biliyoruz. Fakat bu son durumun bir yandan bu hareketlere *öte yandan başlangıçtaki ilk duruma* bağlı olduğu açıktır. Halbuki bu hareketlerden kas duyularımız yardımıyla haberimiz olur; fakat ilk durumu bize hiçbir şey tanıtamaz; hiçbir şey bize onu mümkün olan bütün diğer durumlardan ayırdettiremez. İşte bu olay uzayın esas itibariyle izafî oluşunu apaçık kılmaktadır.

4. — ÇEŞİTLİ UZAYLARIN ÖZDEŞLİĞİ

Böylece biz sözgelimi biri birinci D parmağımla, öteki ikinci D' parmağımla doğrulanan

iki C ve C' süreklisini mukayese etmiye vardık. Bu iki fizik süreklisinin her ikisi de üç boyutludur. C süreklisinin her elemanına, yahut şöyle ifade etmek daha iyi olursa, birinci dokunma uzayının her noktasına, beni belli bir ilk durumdan, belli bir son* duruma geçiren bir Σ kas duyumları dizisi tekabül eder. Fazla olarak bu birinci uzayın aynı noktası Σ ya ve $\Sigma + \sigma$ ya tekabül edecektir. (Burada σ , D parmağını kımlıdatmadığını bildiğimiz bir dizidir).

Bunun gibi C' süreklisinin her elemanına yahut ikinci dokunma uzayının her noktasına bir Σ' duyumlar dizisi tekabül eder, o zaman aynı bir nokta Σ' ye ve $\Sigma' + \sigma'$ ye tekabül edecektir. (Burada da σ' D' parmağını kımlıdatmıyan bir dizidir).

O halde σ ve σ' dizilerini bize ayırdettiren şey, birincilerin parmak tarafından duyulan dokunma izlenimlerini değiştirmemesi, ikincilerin ise D' parmağıyla duyulanları muhafaza etmesidir.

Halbuki biz şuna şahit oluyoruz : başlangıçta D' parmağım bir A' duyumu hissediyor; S kas duyumlarını doğuran hareketler yapıyorum; D parmağım A' izlenimini hissediyor; bir σ duyumlar dizisini doğuran hare-

* Uzayı değişmez şekilce vücudumuza bağlı eksenlere nispet ettiğimizi söyleyecek yerde, yukarıda anlatılanlara uygun olarak, vücudumuzun ilk durumuna değişmez şekilce bağlı eksenlere nispet ettiğimizi söylemek belki daha yerinde olur.

ketler yapıyorum; D parmağım A izlenimini duymakta devam ediyor, zira bu hal σ dizilerinin karakteristik özelliğidir; bundan sonra S' kas duyumları dizisini doğruan hareketler yapıyorum, S' kelimenin yukarıda verilen mânasiyle S nin aksidir. O zaman D parmağımın yeniden A izlenimini duyduğuna şahit oluyorum (tabîî bunun için S nin uygun bir şekilde seçilmiş olması gereklidir). Bu ise, D' parmağının dokunma izlenimlerini muhafaza eden $S + \sigma + S'$ dizisinin σ' adını verdiğim dizilerden biri olması demektir. Aksine her hangi bir σ' dizisi ele alınırsa, $S' + \sigma' + \sigma'$ bizim σ dediğimiz dizilerden biri olacaktır.

Böylece, S uygun bir şekilde seçilmiş ise, $S + \sigma + S'$ bir σ' dizisi olacaktır ve σ yı mümkün olan bütün tarzlarda değiştirerek mümkün olan bütün σ' dizileri elde edilecektir.

Biz henüz geometri bilmediğimiz için bütün bunlara şahit olmakla yetiniyoruz, fakat geometri bilenler aynı olayı şu yolda izah edeceklerdir. Başlangıçta D' parmağım M noktasında, parmağa A' izlenimini duyan a cismiyle temas halindedir; S dizisine tekabül eden hareketleri yapıyorum; bu dizinin uygun bir şekilde seçilmesi gerektiğini söyledim, bu seçimi o şekilde yapmalıyım ki bu hareketler D parmağını başlangıçta D' parmağı tarafından işgal edilmekte olan noktaya, yani M noktasına getirsin; böylece bu D parmağı a cismiyle temasta

olacak, a cismi de ona A izlenimini duyuracaktır.

Bundan sonra σ dizisine tekabül eden hareketler yapıyorum ; bu hareketlerde, hipotez gereğince, D parmağının durumu değişmez, o halde bu parmak a cismiyle temas halinde kalır ve A izlenimini duyurmakta devam eder. Nihayet S' dizisine tekabül eden hareketleri yapıyorum. S, S' nün aksi olduğundan, bu hareketler D' parmağını önce D parmağı tarafından işgal edilmiş olan noktaya, yani M noktasına getirecektir. Eğer varsayılabilceği gibi, a cismi yerinden kımıldamamışsa, bu D' parmağı bu cisimle temas halinde buluncak ve yeniden A izlenimini duyacaktır... İspatı lâzım gelen de buydu.

Neticeleri görelim. Bir kas duyumları dizisi göz önüne alıyorum ; bu diziyi birinci dokunma uzayının bir M noktası tekabül edecektir. Şimdi evvelce bahsettiğim ve birbirinin aksi olan S, S' dizilerini yeniden ele alalım. $S + \Sigma + S'$ dizisine ikinci dokunma uzayının bir N noktası tekabül edecektir, zira herhangi kas duyumları dizisine, söylemiş olduğumuz gibi, gerek birinci uzayda, gerekse ikinci uzayda bir nokta tekabül eder.

Böylece tarif edilmiş olan iki M ve N noktalarını birbirine tekabül ediyor gibi düşüneceğim. Bu salâhiyeti nereden alıyordum?

rum? Bu tekabülün kabul edilebilir olması için, birinci uzayda iki Σ ve Σ' dizilerine tekabül eden M ve M' noktaları arasında özdeşlik varsa, ikinci uzayın bunlara tekabül eden N ve N' noktaları arasında da, yani iki $S + \Sigma + S'$ ve $S' + \Sigma + S$ dizilerine tekabül eden iki noka arasında da, özdeşlik bulunması lâzımdır. Bu şartın sağlandığını şimdi göreceğiz.

Önce bir ihtarda bulunalım. S ile S' birinin aksi olduğundan $S + S' = O$ olacaktır, dolayısıyla $S + S' + \Sigma = \Sigma + S + S'$ dır, yahut da $\Sigma + S + S' + \Sigma' = \Sigma + \Sigma'$ dür; fakat bundan $S + \Sigma + \Sigma' = \Sigma$ sonucu çıkmaz; zira duyumlarımızın birbirini takibedişini göstermek için her ne kadar toplama işaretini kullandıysak da takibediş sırası gelişigüzel değildir: o halde bayağı toplamada olduğu gibi, terimlerin sırasını değiştiremeyiz; kısaca söylemek gerekirse, işlemlerimiz assosiyatiftir fakat koncutatif değildir.

Burası anlaşıldıktan sonra, Σ ile Σ' nün birinci uzayın aynı $M = M'$ noktasına tekabül etmesi için, $\Sigma' = \Sigma + \sigma$ olması gerektir ve yeter. O zaman

$$\begin{aligned} S + \Sigma' + S' &= S + \Sigma + \sigma + \Sigma' = \\ S + \Sigma + S' + S + \sigma + S' & \end{aligned}$$

olur.

Fakat $S + \Sigma + S'$ nün σ dizilerinden bir tanesi olduğunu tesbit etmiş bulunuyoruz. Öyleyse:

$$S + \Sigma' + S' = S + \Sigma + S' + \sigma'$$

olacaktır, ki bu da $S + \Sigma' + S'$ ve $S + \Sigma + S'$ dizilerinin ikinci uzayın aynı bir $N = N'$ noktasına tekabül etmesi demektir. İspatı lâzım gelen de bu idi.

O halde bizim iki uzayımız biribirine nokta noktaya tekabül etmektedir ; onlardan biri ötekine «dönüştürülebilir»; onlar izomorftur ; nasıl oluyor da bundan onların özdeş olduğu sonucunu çıkarıyoruz?

σ ve $S + \sigma + S' = \sigma'$ dizilerini göz önüne alalım. Dedim ki her zaman değil fakat çok defa, σ dizisi, D parmağı tarafından hissedilen A dokunma izlenimini muhafaza eder; bunun gibi her zaman değilse de çok defa, σ' dizisinin D' parmağı tarafından duyulan A' dokunma izlenimini muhafaza ettiği olur. Halbuki σ dizisi D parmağının A izlenimini muhafaza edince, aynı zamanda σ' dizisinin de D' parmağının A' izlenimini muhafaza ettiğine *pek çok defa* (yani evvelce «çok defa» dediğimden çok daha fazla sık olarak) şahit oluyorum; aksine birinci izlenim tagayyüre uğradığı zaman ikincisi de tagayyüre uğruyor. Bu hal *pek çok defa* vâkı oluyor, fakat her zaman olmuyor.

Biz, D parmağında A izlenimini husule getiren a meçhul cisminin D' parmağında A' izlenimini hâsıl eden a' meçhul cismiyle özdeş olduğunu söyliyerek bu denel olayı tefsir ediyoruz.

Gerçekten birinci cisim kımıldandığı zaman (A izleniminin kaybolmasıyla bundan haberimiz oluyor), ikincisi de kımıldıyor, zira A' izlenimi de kayboluyor. Birinci cisim hareketsiz kalınca ikincisi de hareketsiz kalıyor. Eğer bu iki cisim özdeşse, birincisi birinci uzayın M noktasında ve ikincisi de ikinci uzayın N noktasında bulunduğundan, bu iki noktada özdeş oluyorlar. İşte biz böylelikle iki uzaya özdeş göziyle bakmaya sevk edilmiş oluyoruz, yahut daha iyisi, iki uzay birbirine özdeşdir dediğimiz zaman bunu söylemek istiyoruz.

İki dokunma uzayının özdeşliği hakkında söylediklerimiz, dokunma uzayı ile görme uzayının özdeşliği sorusunu münakaşadan bizi alıkoyar, zira bu mesele de aynı tarzda mütalâa edilecektir.

5. — UZAY VE AMPİRİZM

Bütün bu düşüncelere bakılınca, ampirizm fikirlerine uygun sonuçlara varacağım gibi görünüyor. Gerçekten deneyin rolünü belirtmeye ve üç boyutlu uzayın doğuşunda işe karışan denel olayları çözümlemeye çalıştım. Fakat bu olayların önemi ne olursa olsun, unutmamaklığımız gereken bir şey var ki üzerine birçok defalar dikkati çekmişimdir. Bu denel olaylar sık sık doğrulanıyorlar, fakat her zaman doğrulanmıyorlar.

Bunun içinden çıkmanın kolay oldu-

ğunu biliyorum, eğer olaylar doğrulanmazsa, bu hal, dış cisimlerin kımıldadığını söylemekle kolayca açıklanacaktır. Eğer deney muvaffak olursa, onun bize uzay hakkında bilgi verdiği söylenir; eğer muvaffak olmazsa, kabahat dış eşya üzerine yükletilir ve bunlar kımıldamış olmakla suçlandırılır; başka bir deyişle, deney muvaffak olmadığı zaman kendisine yardım edilir.

Bu yardımlar meşrudur, itiraz etmiyorum, fakat onlar, uzay özelliklerinin tam mânasıyla denel hakikatlerden ibaret olmadığını bize bildirmeye yeterler. Eğer başka kanunları gerçeklemek isteseydik, başka yardımlar sayesinde buna da muvaffak olurduk. O zaman, aynı sebeplere dayanarak bu yardımları da haklı gösteremez miydik? Olsa olsa bize şu kadarı söylenebilirdi: «Yaptığınız yardımlar gerçi meşrudur, fakat siz fazlaya kaçırıyorsunuz; dış eşyayı bu kadar sık hareket ettirmekte ne mâna var?»

Kısaca, deney bize uzayın üç boyutlu olmadığını ispat etmez; o bize sadece uzaya üç boyut atfetmenin daha kullanışlı olduğunu ispat eder, zira yardımların sayısı böylelikle minimuma indirilmiş olur.

Deneyin bizi ancak bir fizik süreklisi olan tasarımı uzayla temas ettireceğini, bir matematik süreklisi olan geometri uzayı ile temasa getirmeyeceğini sözlerime ilâve etmeli miyim? Deney bize olsa olsa, geometri

uzayının tasarımı uzay kadar boyuta sahip olması için, kendisine üç boyut atfetmenin daha kullanışlı olacağını öğretebilir.

Ampirizm problemi başka bir şekilde de ortaya atılabilir. Sözelimi fizik olaylarını, mekanik olaylarını üç boyutlu uzaydan başka bir uzay içinde kavramak imkânsız mıdır? Böylece objektif ve âdeta fizyolojimizden, tasarımlama kalıplarımızdan bağımsız denel bir ispata sahip olurduk.

Fakat durum böyle değildir; burada soruyu baştan aşağı münakaşa etmiyeceğim, sadece Hertz mekanığının verdiği dikkate değer örneği hatırlatmakla kalacağım.

Bilindiği gibi, bu büyük fizikçi asıl kuvvet denilen şeylerin varlığına inanmıyordu; görülebilen maddî noktaların, görülemiyen başka noktalara birtakım görünmez bağlarla tâbi bulunduğunu varsayıyor, bu görünmeyen bağların etkisini kuvvetlere atfettiğimizi ileri sürüyordu.

Fakat bu, onun fikirlerinin ancak bir parçasıdır. Görülebilen veya görülmeyen n tane maddî noktadan müteşekkül bir sistem varsayalım; hepsi $3 n$ tane koordinat edecektir; bunlara $3 n$ tane boyutlu uzayda *tek bir* noktanın koordinatları göziyle bakalım. Bu tek nokta, bahsettiğimiz bağlardan ötürü, bir yüzey (boyutları sayısı keyfî

fakat < 3 n) üzerinde kalma şartına tabi olacak ve bu yüzey üzerinde bir noktadan başka bir noktaya gitmek için en kısa yolu takip edecektir. İşte bütün mekaniği özetleyen tek prensip bu olacaktır.

Bu hipotez hakkında ne düşünülürse düşünülsün, ister sadeliği çekici görünsün, isterse yapma karakteri çekingenlik uyardırsın, Hertz'in onu kavrayabilmiş olması ve ona alışkın olduğumuz hipotezlerden daha kullanışlı göziyle bakması, her zamanki fikirlerimizin ve bilhassa uzayın üç boyutunun mekanikçiye asla yenilmez bir kuvvetle kabul ettirilmediğini ispata yeter.

6. — ZEKÂ ve UZAY

Demek oluyor ki deney yalnız bir rol oynamış, bir vesile hizmetini görmüştür. Fakat bu rol az önemli değildir; bunu belirtmek lüzumuludur sanırım. Duyarlığımıza kendisini zorla kabul ettiren üç boyutlu uzaydan ibaret, *apriori* bir şekil varolsaydı bu rol faydasız olurdu.

Bu şekil var mıdır, yahut üçten fazla boyutlu uzayı tasarımıyabilir miyiz? Önce bu sorunun mânası nedir? Kelimenin gerçek mânasında, ne dört boyutlu, ne de üç boyutlu, uzayı tasarımıyacağımız açıktır; bir ere biz boş uzayı tasarımıyamayız, sonra ne dört boyutlu, ne de üç boyutlu uzay içinde bir cisim tasarımıyamayız: 1° Çün-

kü bu uzayların her biri sonsuzdur ve biz bütünü tasarımılamaksızın, bir şekli uzay içinde yani parçayı bütün içinde tasarımılamayız. Halbuki bütünü tasarımılamak imkânsızdır, zira bu bütün sonsuzdur. 2° Çünkü bu uzayların her biri birer matematik süreklisidir, halbuki biz ancak fizik süreklisini tasarımımlıyabiliriz. 3° Çünkü bu uzayların her biri homogenidir, halbuki bizim duyumlarımızı içine alan çerçeveler sınırlı olduklarından homogen olamazlar.

Demek oluyor ki ortaya atılan soru ancak bir şekilde anlaşılabilir: yukarda anlatılan deneylerin sonuçları birbirinden farklı olunca uzaya da üçten fazla boyut atfetmenin gerekeceğini, sözgelimi, gözlerin uyumunun daimî şekilde yakınsama duyumuyla âhenkli olmayacağını tasavvur etmek; yahut da paragraf 2 de anlattığımız ve sonucunu «dokunma uzağa tesirini duyurmaz» diye özetlediğimiz deneylerin bizi bunların aksi bir sonuca götüreceklerini tahayyül etmek mümkün müdür?

Evet mümkündür; bir deney tahayyül edilince onun verebileceği iki aykırı sonuç da tahayyül ediliyor demektir. Bu mümkündür fakat güçtür, çünkü uzun bir şahsî tecrübe ve bundan daha uzun bir ırkî tecrübe mahsülü olan bir yığın fikir çağırışmalarını yenmemiz lâzımdır. Salt sezgisine sahip olduğumuzu söylediğimiz bu *a priori* şekli

vücuda getiren, acaba bu çağrışımlar mıdır? (yahut hiç olmazsa onların arasında atalarımızdan bize miras kalanlar mıdır?) Böyle olunca niçin bu şeklin analize ası olduğu iddia ediliyor ve onun menşecini arama hakkı benden esirgeniyor, anlamıyorum.

Duyumlarımız «uzamlıdır» denildiği zaman ancak bir şey söylenmek istenir, o da bu duyumların daima bazı kas duyumları fikriyle çağrışmış bulunmasıdır. Bu duyumlar kendilerinin sebebi olan şeye erişmeyi başka bir deyişle nefsi o duyumlara karşı müdafaayı, temin edecek hareketlere teka-bül eder. İşte bu çağrışım, uzviyetin müdafaasına faydalı olduğu içindir ki, insan nevinin tarihinde bu derece eskidir ve bize yok edilemez gibi görülür. Böyle olmakla beraber o sadece bir fikir çağrışımından ibarettir ve bir gün kopması tasavvur edilebilir; öyle ki duyumun uzay içine girmeksizin şuurun içine giremeyeceği söylenebilir. Fakat fiiliyatta böyledir: duyum uzay içine girmeksizin, yani bu çağrışıma dahil olmaksızın, şuurun içine girmez.

Zamanı ancak bir doğru şekilde tasarımıyabildiğimiz için, zaman fikri mantıkan uzay fikrinden öncedir denilmesini de anlayamıyorum; öyle olduktan sonra, umumiyetle zaman oraklı bir insanla gösterildiği için, zamanın mantıkan toprağın ekiminden daha sonra olduğunu söylemeli, Gerçi zama-

nın çeşitli parçalarının aynı zamanda birden tasarımlanamıyacağı apaçıktır, zira bu parçaların özlü karakteri, zamandaş olmayışlarıdır. Fakat bu, insanda zaman sezgisi yok demek değildir. Bu hesaba göre insanda uzay sezgisi de bulunmazdı, zira evvelce söylediğim sebeplerden ötürü, kelimenin hakiki mânasıyla, o da tasarımlanamız. Doğru adı altında tasarımıladığımız şey, zamana olduğu kadar geometri doğrusuna da pekaz benzeyen kaba saba bir hayaldir.

Niçin uzaya dördüncü bir boyut vermek üzere yapılan her teşebbüsün, daima bu boyutu diğer üç taneden birine indirdiği söylenmiştir? Bunu anlamak kolaydır. Kas duyularımızla, teşkil edebilecekleri «dizileri» gözönüne alalım. Çok sayıda deneylerden sonra, bu dizilerin fikirleri karmaşık bir örgü halinde kendi aralarında çağırışır, böylece dizilerimiz *sınıflandırılmış* olur. Konuşmada kolaylık olsun diye, düşüncemi şu şekilde kabaca hattâ yanlış olarak ifade etmeme müsaade edilsin: kas duyuları dizilerimizin uzayın üç boyutuna tekabül eden üç sınıfa ayrılmış olduğunu kabul edelim. Şüphesiz ki asıl tasnif bundan çok daha dolaşıktır, fakat muhakememi anlamak için bu kadar bize yetecektir. Eğer dördüncü bir boyut tasavvur etmek istersem, dördüncü bir sınıfa ait olmak üzere başka bir kas duyuları dizisi varsayacağım. Fakat *bütün* kas duyularım

evvelce var olan üç sınıftan birinde sıralanmış olduğundan, ben ancak bu üç sınıftan birine mensup olan bir dizi tasarımıyabilirim. Böylece benim dördüncü boyutum diğer üç taneden birine indirgenmiş olur.

Bu, neyi ispat eder? Önce eski tasnif atılır, yerine yenisi konurdu. Bunda kas duyumları dizileri dört sınıfa bölünürdü. Böylece zorluk da ortadan kalkardı.

Bu zorluk bazan daha fazla göze batıcı bir şekilde sunulur. Bir odada dört duvarla tavan ve döşemeden teşekkül eden ve aşılamiyan altı cidar arasında kapalı olduğumu varsayayım; buradan dışarı çıkmam, hattâ dışarı çıkmayı tahayyül etmem imkânsız olacaktır. Afferdersiniz ama kapının açıldığını veya bu cidarların biribirinden ayrıldığını da tahayyül edemez misiniz? Tabî, diye cevap verilecek, bu cidarların hareketsiz kaldıkları varsayılmak gerektir. Öyle olsun. Fakat benim kımıldanmak hakkına sahip olduğum apaçıktır; o zaman mutlak sükûnette olduğumu varsayacağımız cidarlar bana göre izafî hareket halinde olacaktır. Evet, fakat böyle bir izafî hareket keyfî olamaz, cisimler sükûnet halinde oldukları zaman, onların herhangi eksenlere göre izafî hareketleri şeklini değiştirmiyen bir katı cismin hareketidir; halbuki sizin tasavvur ettiğiniz görünüşteki hareketler şekil değiştirmiyen bir cismin hareket kanunlarına uygun değil-

dir. Evet, fakat şekil değiştürmıyen bir cismin hareket kanunlarını bize deney öğretmiştir; onların olduklarından farklı olmamalarını *tahayyül etmiye* hiçbir şey mâni değildir. Kısaca, mahbesimden çıktığımı tahayyül etmem için ben hareket ettikçe cidarların uzaklaşıyor göründüğünü tahayyül etmekliğim yeter.

O halde uzay deyince üç boyutlu bir matematik süreklisi anlaşılırsa, bu uzay amort bile olsa, onun yapısını kuran yine zekâdır, fakat zekâ bu yapıyı hiç yoktan kuramaz, kendisine malzeme ve modeller lâzımdır. Bu malzeme ile modeller kendisinde önceden vardır. Fakat zekâyâ zorla kabul ettirilen bir tek model yoktur; zekânın *seçim hakkı* vardır; o, mesclâ dört boyutlu uzayla üç boyutlu uzay arasında bir seçim yapabilir. O halde deneyin rolü neden ibarettir? Deney zekâyâ yol gösterir, o da buna göre seçimini yapar.

Başka birşey daha var: uzaya kemmiyet karakteri nereden geliyor? Onun doğuşunda kas duyumlarının oynadığı rolden geliyor. Bunlar *tekerrür edebilen* dizilerdir, bu teker-rürde sayı meydana gelir; bu diziler sınırsız bir şekilde tekerrür edebildikleri içindir ki uzay sonsuz büyüktür. Nihayet 3 üncü paragrafın sonunda gördük ki uzayın izaffi olması da bundandır. Demek oluyor ki uzaya belli başlı karakterlerini veren şey tekerrürdür;

halbuki tekerrür, zaman var saydırır ; bu ise zamanın mantıkan uzayadan önce var olması demektir.

7. — YARI DAİRESEL KANALLARIN ROLÜ

Fizyolojistlerin haklı olarak büyük önem verdikleri bazı organlardan şimdiye kadar bahsetmedim, bununla yarı dairesel kanalları kasdediyorum. Birçok deneyler, bu kanalların yön bulma duyumuz için lüzumulu olduğunu yeteri kadar göstermiştir; fakat fizyolojistler bu konuda tamamiyle anlaşmış değillerdir; birbirine zıt iki teori öne sürülmüş bulunuyor: Mach-Delage'ın teorisi ile B. de Cyon'un teorisi.

B. de Cyon, kalb sinirlerinin dağılış tarzı hakkında mühim keşifleriyle şöhret yapmış bir fizyolojisttir; bununla beraber kendisinin bizi işgal eden soru üzerindeki fikirlerini pyalaşmıyacağım. Fizyolojist olmadığım için, onun rakibi Mac- Delage teorisine karşı yönelttiği deneyleri tenkid edecek değilim; böyle olmakla beraber bu deneyler bana ikna edici görünmüyor, zira içlerinden birçoğunda basınç kanallardan birinde *tamamen* değiştiriliyordu ; halbuki fiziyojik bakımdan, değişen şey, kanalın iki ucundaki *basınç* farkıdır; bazı deneylerde de organlar derin bir şekilde bozulmuşlardı, bu da onların vazifelerini tâdil ediyordu.

Bunların o kadar önemi yok. Yapılan deneyler kusursuz olasalardı, eski teoriye nispetle daha fazla ikna edici olacaktı. Fakat yeni teori karşısında böyle olamazdı. Gerçekten, eğer teoriyi iyi anladıysa, onu teyid edecek bir deneyi tasavvur etmenin imkânsızlığını göstermek için kendisini anlatmam yetecektir.

Bu teoriye göre üç çift kanalın tek vazifesi bize uzayın üç boyutlu olduğunu bildirmektir. Japon farelerinde ancak iki çift kanal bulunduğu için onlar uzayı iki boyutlu zannederlermiş; bu kanaatlerini de en garip bir şekilde açığa vurmaktadırlar: bir çember üzerinde halka oluyor, her biri burnunu kendinden önce gelenin kuyruğu altına koyuyor ve böylece sıralanıp hızla dönmiye başlıyorlar. Bazı balıklar ise yalnız bir çift kanala sahip olduklarından uzayın ancak bir boyutlu olduğunu sanırlarmış. Neyse ki onların yaptığı nümayiş daha az gürültülüdür.

Böyle bir teorinin kabul edilemeyeceği açıktır. Duyu organları dış âlemde husule gelen *değişiklikleri* bize bildirmek içindir. Yaradan'ın bize niçin durmadan, «uzayın üç boyutlu olduğunu hatırlardan çıkarma» diye bağırان organlar vereceği anlaşılır şey değildir. Zira bu üç boyutun sayısı hiç değişikliğe uğramaz.

O halde biz Mach-Delage teorisine dön-

meliiyiz. Kanal sinirlerinin bize öğretebileceği şey, aynı bir kanalın iki ucundaki basınç farkıdır ve dolayısıyla:

1° Değişmez şekilde başa bağlı olan üç eksene göre düşeyin doğrultusudur;

2° Baş ağırlık merkezi ötelenme ivmesinin üç bileşenidir;

3° Başın dönmesiyle meydana gelen santrifüj kuvvetlerdir;

4° Başın dönme hareketinin ivmesidir.

B. Delage'ın deneylerinden anlaşıyor ki edinilen bilgiler arasında en önemli olanı bu sonucudur; çünkü sinirler bizzat basınç farklarına bu basınç farklarındaki âni değişmelere nazaran daha az hassastır. Böylece ilk üç bilgi ihmal edilebilir.

Her an başın dönme hareketinin ivmesi bilindiğine göre, bundan şuursuz yapılan bir integral işlemiyle, başlangıç olarak alınmış belli bir duruma nispeten başın son durumunu çıkarıyoruz. Demek oluyor ki dairesel kanallar da, tıpkı kas duyumları gibi, yaptığımız hareketler hakkında bize bilgi vermiye yararlar. O halde yukarıda S dizisiyle Σ dizisinden bahsederken, bunların yalnızca kas duyumları değil, hem kas duyumları, hem de yarı dairesel kanallardan ileri gelen duyumlar olduğunu söylemeliydik. Geçen düşüncelerimizde, bu ilâvede başka değiştirilecek hiçbir şey yoktur.

Bu S ve Σ dizilerinde, yarı dairesel

kanal duyumları, tabii çok önemli bir yer tutarlar. Böyle olmakla beraber tek başlarına onlar yetmez; zira bu kanallar ancak başın hareketleri hakkında bize bilgi verebilir. Gövdenin veya uzuvların başa nazaran izafi hareketleri hakkında bir şey öğretmezler. Fazla olarak, onlar başını ötelenme hareketleri hakkında değil, yalnızca dönme hareketleri hakkında bize bilgi veriyor gibidirler.

İKİNCİ KISIM

Fizik Bilimleri

BÖLÜM V

Analiz ve Fizik

I

Matematiğin neye yaradığı ve tamamiyle zekâmızdan çıkardığımız bu nazik yapıların sunî yahut kaprislerimizden doğma olup olmadığı şöphesiz ki sık sık sorulmuştur.

Böyle bir suâl soran kimseler arasında bir fark gözetmeliyim: hayat adamı olan kimseler bizden sadece para kazanma vasıtası isterler. Bu gibilere cevap vermiye değmez; asıl böylelerine bu kadar servet biriktirmenin neye yarıyacağını, bu uğurda sanat ve bilimi ihmal etmek mi lâzım geldiğini sormak uygun olur; çünkü bilim ve sanat ruhumuzu o servetten istifade edebilecek seviyeye yükseltir,

et propter vitam vivendam perdere causas()*

Esasen sırf tatbikat amaciyle bir bilimin kurulması imkânsızdır; hakikatler ancak birbirine zincirlenmiş olduğu zaman verimli olur. İnsan sadece bir netice umduğu hakikatlere bağlanacak olursa, aradaki hal-

*Yaşamak için. yaşama sebebi olan şeyi kaybetme

kalar noksan kalacak ve zincir de yok olacaktır.

Teoriden en fazla nefret eden kimseler bile, farkında olmadan, onda her gün bir gıda bulurlar; insan bu gıdadan mahrum olsaydı, ilerlemeler çok geçmeden durur, biz de Çinin hareketsizliğine benzer bir durgunluk içinde donar kalırdık.

Fakat anlaşılmıyacağımız hayat adamlarıyla bu kadar meşgul olmak yeter. Onların yanında sadece tabiata meraklı olan ve bizden tabiati kendilerine daha iyi tanıtmamızı isteyen kimseler vardır.

Bu gibilere cevap vermek için, Gök Mekaniği ile Matematiksel Fizik'in epeydir ana hatları çizilmiş olan iki âbidesini göstermek yeter.

Bu âbidelerin sarfedilen emeğe değdiklerini şüphesiz onlar da kabul edeceklerdir. Fakat bu kadarı yetmez.

Matematik bilimlerinin üç hedefi vardır. Onlar tabiatın incelenmesi için bir vasıta temin etmelidir.

Fakat iş bu kadarla bitmez: onların felsefi, hattâ söylemiye cesaret etmem lâzımgelirse, estetik bir hedefi vardır.

Onlar filozofun sayı, uzay ve zaman kavramlarını derinleştirmesine yardım etmelidir.

Bilhassa, matematiğe meraklı olanlar, onda resim ve musikinin verdiği zevke

benzer zevkler bulurlar. Bu gibiler sayılar ve şekillerin ince âhengine hayran kalırlar; yeni bir keşif kendilerine beklenmiyen ufaklar açtığı zaman coşarlar; onların böylece duydukları sevinç her ne kadar duyuların bunda hiçbir payı yoksa da, estetik bir karaktere sahip değil midir? Gerçi pek az kimse bu zevki tadabilir, fakat en asîl sanatlar için de durum böyle olmaz mı?

İşte bundan dolayı matematik için matematik yapılmasını iler sürmekte tereddüt etmiyorum, tiziğe tatbik edilemiyen teoriler için de hal böyle olmalıdır.

Matematikin fizik amacıyle estetik amacı bağdaşmasalar bile, bunlardan hiçbirini feda etmemeliyiz.

Dahası var: bu iki amaç birbirinden ayrılamaz ve birine erişmek için en iyi çare. ötekini de hedef gütmek, yahut hiç olmazsa kendisini asla gözden kaybetmemektir. Şimdi salt bilimle tatbikatı arasındaki bağların özünü belirterek bunu ispatlamıya çalışacağım.

Matematikçi, fizikçi için sadece bir tormül bulucu olmamalıdır; aralarında daha içten bir işbirliğinin kurulması gereklidir.

Matematiksel fizikle salt analiz, sadece birbiriyle iyi komşuluk bağları devam ettiren sınırdış kuvvetler değildir; onlar birbirine nüfuz etmişlerdir ve ruhları aynıdır.

Fiziğin matematikten aldığı, matemati-

ğın de fiziğe borçlu olduğu şeyi gösterdiğim zaman bu nokta daha iyi anlaşılacaktır.

II

Fizikçi, analizciden, kendisine yeni bir hakikat keşsettirmesini istiyemez; matematikçi olsa olsa, fizikçinin böyle bir hakikati önceden sezmesine yardım edebilir.

Epey zamandır kimse deneyin önüne geçmeyi, acele bulunmuş birkaç hipotez üzerine geliş güzel dünyayı kurmayı düşünmüyor. Yüzyıl evvel herkesin sâfça sevdiği bütün o yapıların bugün ancak enkazı kalmıştır.

Demek oluyor ki bütün kanunlar deneyden çıkarılmıştır; fakat kendilerini ifade etmek için özel bir dil gereklidir; bu kadar nazik, zengin ve sarıh bağları ifade etmek için bayağı dil çok fakirdir ve çok da müphemdir.

Bir fizikçinin matematikten vazgeçememesinin birinci sebebi işte budur; matematik bilimleri ona konuşabileceği tek dili sağlar.

İyi bir dil pek öyle umursanmıyacak bir şey değildir; fizik sınırlarından dışarı çıkmamak için şu kadarını söyleyeylim ki meselâ (*Chaleur-ısı*) kelimesini icad etmiş olan meçhul kimse, birçok nesilleri hataya sürüklemiştir. Bir isimle gösterildiği için, ısıya, bir cevher göziyle bakılmış, kendisi yok edilemez bir şey sanılmıştır.

Buna karşılık, (*electricité-elektrik hali*) kelimesini icad etmiş olan kimse, lâzım olmadığı halde, fiziğe içerik bir kanun kazandırmak bahtiyarlığına erişmiştir. O da elektriğin sakınımlı kanunu olup, hiç olmazsa şimdiye kadar, sırf bir tesdüf's eseri olarak, gerçekleşen gelmiş bulunmaktadır.

İşte mukayeseyi daha ileri götürmek lâzım gelirse, bir dili güzelleştiren ona bir sanat konusu göziyle bakan yazarlar, o dili aynı zamanda daha eğilip bükülür, düşünce nüanslarını ifade etmeye daha elverişli bir vasıta haline getirmiş olurlar.

Salt estetik bir gaye takip eden analizcinin, bu sayede fizikçi için daha elverişli bir dil yaratmaya nasıl hizmet ettiği anlaşılmış olur.

Hepsi bu kadarla kalmıyor ; kanun deneyden çıkar, fakat ondan anide çıkmaz. Deney ferddir, kendisinden çıkarılan kanun ise geneldir, deney ancak yaklaşık olabilir, kanun ise belgindir veya hiç olmazsa böyle olmak iddiasındadır. Deney daima karmaşık şartlar içinde yapılır, kanunun ifadesi ise bu karmaşıklıkları yok eder. İşte buna «sistematik hataları düzeltmek» denir.

Bir kelimeyle kanunu deneyden çıkarmak için genelleştirmek lâzımdır; bu, en tedbirli gözleyiciye bile kendisi kabul ettiren bir zorunluluktur.

Fakat nasıl genelleştirmeli? Her özel

hakikat, tabii, sonsuz şekillerde genişletilebilir. Önümüzde açılan bu binlerce yol arasında bir seçim, hiç olmazsa muvakkat bir seçim, yapmak lâzımdır; bu seçimde bize kim önderlik edecektir?

Bunu ancak analogi yapabilir. Fakat nekadar müphem bir kelime! İptidai insan, yalnız kaba saba olan, duyulara tesir eden, renkler ve seslerden ibaret bulunan analogileri tanır. Meselâ ışıkla, ısıyan sıcaklığı birbirine yakınlaştırmayı herhalde aklından geçirmeyecektir.

Hakikati ve derin olan analogileri, gözlerin görmediği fakat aklın sezdiği o şeyleri acaba bize kim öğretmiştir?

Bunu yapan, maddeyi ihmal ederek salt şekle (forme) bağlanan matematik ruhudur. Sadece madde ile birbirinden ayırdedilen varlıklara aynı adı vermeyi, sözcülimi kuaterniyonlar'ın çarpımıyla tam sayıların çarpımına aynı adı vermeyi bize o öğretmiştir.

Eğer az önce bahsettiğim kuaterniyonlar İngiliz fizikçileri tarafından çarçabuk kullanılmamış olsaydı, şüphesiz birçok kimse-ler onda faydasız hayalâttan başka bir şey görmiyecekti. Halbuki görünüşlerin birbirinden ayırdığı şeyleri yakınlaştırmayı bize öğretmekle, onlar şimdiden tabiatın sırlarına daha fazla nüfuz etmemizi sağlamış bulunuyorlar.

Fizikçinin analizden beklediği hizmetler

işte bunlardır, fakat bu bilimin fizikçiye o hizmetleri görebilmesi için, kendisinin en geniş mânada, anı bir faydalanma kaygusu olmaksızın, işlenmesi lâzımdır, matematikçi bir artist gibi çalışmalıdır.

Kendisinden istediğimiz şey, önümüze çıkan kargaşalık içinde görmemize, yolumuzu tâyine yardım etmesidir. Halbuki en iyi gören, en yüksekte olan kimsedir.

Bu hususta örnekler boldur, ben en fazla göze çarpanlarını söylemekle kanaat edeceğim.

Birincisi, ilk önce varlığından şüphe edilmemiş olan genelleştirmeleri farketmek için, dil değiştirmenin nasıl yettiğini bize gösterecektir.

Newton kanunu Kepler'inkinin yerini aldığı zaman, hareketin eleptik oluşundan başka bir şey bilinmiyordu. Halbuki, bu hareketle ilgili hususlarda, iki kanun ancak şekil bakımından biribirinden farkedir; basit bir diferansiyel alma ile birinden ötekine geçilir.

Böyle olmakla beraber, Newton kanunundan, aracısız bir genelleştirme ile, bütün pertürbasyon tesirleri ve bütün gök mekaniği çıkarılabilir. Halbuki aksine Kepler'in ifadesi muhafaza edilmiş olsaydı, tagayyüre uğramış gezegen yörüngelerine, daha hiç kimsenin denklemini yazmadığı o karışık eğrilere, elipsin tabii genelleştirmeleri göziyle

bakılmazdı. Gözlemlerdeki ilerlemeler, insanı kaos haline inandırmaktan başka şeye yaramıyacaktı.

İkinci örnek de üzerinde düşünülmeğe değer.

Maxwell çalışmalarına başladığı zaman, kendisine gelinceye kadar kabul edilmiş olan elektrodinamik kanunları, bilinen bütün olayları izah ediyordu. Yeni bir deney onları çürütmüş değildi.

Fakat Maxwell, bu kanunlara başka bir istikametten bakarak, bir terim ilâvesiyle denklemlerin daha simetrik olduklarını gördü. Öte yandan bu terim çok küçüktü ve eski metotlarla takdir edilebilecek kadar bir tesir yapamazdı.

Bilindiği gibi Maxwell'in *apriori* görüşleri, deneyle teyit edilinceye kadar yirmi yıl beklenmiştir; yahut, daha iyisini isterseniz, Maxwell, deneyden yirmi yıl önce davranmıştır.

Bu zafer nasıl elde edilmiştir,

Şöyleki Maxwell, derin bir şekilde matematiği simetri duygusuyla meşbu haldeydi; eğer ondan evvel başkaları, sırt kendine mahsus güzelliği için, bu simetriyi aramış olmasalardı, durum böyle olur muydu?

Maxwell «vektörler yardımıyla düşünme»ye alışmıştı; bununla beraber vektörlerin analize girmesi sanal sayılar teorisi sayesinde olmuştur. Halbuki sanal sayıları icad etmiş

olanlar, gerçek dünyanın incelenmesinde bunlardan faydalanılacağını akıllarından bile geçirmemişlerdi; kullandıkları isim de bunu yeteri kadar ispat etmektedir.

Bir kelimeyle Maxwell belki de mahir bir analizci değildi, zaten böyle bir maharet kendisi için faydasız ve sıkıcı bir şey olurdu. Aksine matematik analogileri duygusu onda en yüksek dereceye varmıştı. Bunun içindir ki matematiksel fizikte iyi muvaffak oldu.

Maxwell'in misali bize bir şey daha öğretiyor.

Matematiksel fizik denklemleriyle nasıl uğraşmalı? Onlardan sadece bütün neticeleri çıkarmalı ve kendilerine el değmiyecek gerçeklikler göziyle mi bakmalıyız? Katiyen. Bu denklemler bilhassa bize içlerinde neyin değiştirilebileceğini ve neyin değiştirilmesi lâzımgeldiğini öğretmelidir. Ancak bu suretle kendilerinden faydalı bir şey çıkartabiliriz.

Üçüncü misal, fizik bakımından ne görünüşte, ne de gerçekte hiçbir münasebeti olmayan olaylar arasında matematik analogileri nasıl görebileceğimizi bize öğretecektir. Öyle ki bu olaylardan birinin kanunları ötekinin kanunlarını sezmemize yardım edecektir.

Aynı bir denkleme, meselâ Laplace denklemine, Newton çekim teorisinde, sıvıların hareketi, elektrik potansiyeli, magnetizm, ısıнын yayılması teorilerinde ve daha bunlar gibi bir çoklarında raslanır.

Bundan ne çıkar? Bu teoriler, üstüste kopye edilmiş hayallerdir; birbirilerinin dilini kullanarak karşılıklı yekdiğerini aydınlatırlar; elektrikçilere bir sorunuz, hidrodinamik ve ısı teorisinin ilham ettiği kuvvet akısı kelimesinin icadından memnun değiller midir?

Demek oluyor ki matematik analogileri sadece bize fizik analogileri duyurmakla kalmaz, bu sonuncular noksan olduğu zaman dahi faydalı olurlar.

Kısaca matematiksel fiziğin gayesi yalnız fizikçiye bazı sabitlerin nümerik hesabını yahut birtakım diferansiyel denklemlerin integralini kolaylaştırmak değildir.

Onun gayesi, bilhassa olayları fizikçiye başka istikametlerden göstermek, eşyanın gizli ahengini ona tanıtmaktır.

Analizin bütün bölümleri arasında, âdeten en yüksek ve en arık olanlarıdır ki kendilerini kullanmasını bilenlerin elinde en verimli olacaklardır.

III

Şimdi de analizin fiziğe neler borçlu olduğunu görelim.

Tabiatı tanımak arzusunun matematiğin gelişmesi üzerinde en devamlı ve mesut bir tesir yapmış olduğunu hatırlamamak için bilim tarihini tamamiyle unutmuş olmak gerektir.

Bir kere fizikçi birtakım problemler önümüze koyar ve bizden bunların cevabını bekler. Fakat o problemleri bize sormakla, bunları çözebildiğimiz takdirde kendisine yapmış olacağımız hizmeti, ziyadesiyle ve peşin ödemiş sayılır.

Güzel sanatlarla yaptığım mukayeseye devamıma müsaade edilirse, dış âlemin varlığını unutan bir salt matematikçi, renkleri ve şekilleri âhenkli bir şekilde mezcetmesini bilen, fakat modellerden mahrum bulunan bir ressama benziyecektir; yaratma kuvveti çok geçmeden tükenecektir.

Sayılarla sembollerin teşkil edebileceği kombinezonlar çok büyük bir kalabalıktır. Bu kalabalık içinde dikkate değer olanları nasıl seçeceğiz? Kendimizi sadece kaprislerimizin idaresine mi terkedeceğiz? Çok geçmeden usanacak olan bu kaprisin bizzat kendisi, bizleri şüphesiz çok uzaklara götürecekti, artık birbirimizi anıyamaz duruma düşecektik.

Fakat bu, meselenin ancak küçük bir tarafıdır.

Şüphesiz ki fizik, yolumuzu şaşırmamıza mâni olur, fakat bizi çok daha korkunç olan bir tehlikeden korur: durmadan aynı daire içinde dönmemizi önler.

Tarih ispat ediyor ki fizik, sadece yığıla karışımıza çıkan problemler arasında seçim

yapmıya bizi zorlamamış, kendisi yokken hatır ve hayalimize bile gelmiyecek olanları, bize kabul ettirmiştir.

İnsan muhayyilesi ne kadar çeşitli olursa olsun, tabiat yine ondan bin kat daha zengindir. Tabiatı takip için, vaktiyle ihmal etmiş olduğumuz yollardan gitmiye mecbur kalırız ve bu yollar çok defa bizi öyle tepelere ulaştırır ki buralardan yeni yeni manzara-
ralar keşfederiz. Bundan daha faydalı ne olabilir!

Matematik sembolleri için durum tıpkı fizik gerçekliklerinde olduğu gibidir; ancak eşyanın çeşitli görünüşlerini mukayese ederek ki onların iç ahengini anlıyabiliriz. İşte yalnız bu iç ahenk güzeldir ve dolayısıyla emeklerimize değer.

Zikredeceğim ilk misal o kadar eskidir ki unutulmuş olabilir ; bununla beraber o, getirilecek bütün misallerin en önemlisidir.

Matematik düşüncesinin tek tabii konusu, tam sayıdır. Sürekli fikrini kabule bizi zarfıyan dış âlem olmuştur. Sürekliyi gerçi biz icat ettik, fakat dış âlem bizi bunu yapmıya mecbur etti.

Sürekli fikri olmasaydı, sonsuz küçükler analizi de olmazdı ; o zaman bütün matematik bilimi, aritmetiğe yahut (substitution= yerine koyma) teorisine indirgenirdi.

Bilâkis hemen hemen bütün vaktimizi ve kudretimizi süreklinin incelenmesine has-

reylemişizdir. Buna esef eden; bütün bu vaktin ve emeğin ziyan olduğuna inanan var mıdır ?

Analiz, aritmetiğin varlığından şüphe bile etmediği hudutsuz perspektifleri önümüze serer; tertip tarzı sade ve simetrik olan heybetli bir topluluğu bir bakışta gösterir; halbuki aksine, beklenmiyen fikirlerin hüküm sürdüğü sayılar teorisinde, görüş âdeta her adımda duraklıyor gibidir.

Buna karşı, size, şüphesiz, tam sayı dışında kesinliğin ve dolayısıyla matematiksel hakikatin bulunmadığı söylenecektir; her yerde tam sayı firkri gizlidir, onu örten perdeleri şeffaflaştırmak lâzımdır, velev ki bunun için sonu gelmez tekrarlamalara katlanmak bile icabetse.

Bu derece titiz olmuyalım ve sürekli kavramına karşı minnet besliyelim, zira *her şey* tam sayıdan çıktıysa, bu hal, sürekliinin *okadar şey* tam sayıdan çıkarmıya kabiliyetli olması sayesinde.

Ayrıca, B. Hermite'in sayılar teorisine sürekli değişkenlerin ithaliyle elde ettiği hayret verici neticeyi burada hatırlatmama bilmem lüzum var mı? Böylece bizzat tam sayı alanı da istilâya uğramış oluyor ve bu istilâ, karışıklığın hüküm sürdüğü yerde intizamı tesis etmiş bulunuyor.

İşte sürekliye ve dolayısıyla fiziksel tabiate borçlu olduğumuz şey budur.

Fourrier disizi kıymetli bir vasıtaadır, analiz onu devamlı olarak kullanır ve süreksiz fonksiyonları bu sayede gösterebilir; ısının yayılmasına ait bir fizik problemini çözmek maksediyle Fourier onu icad etmiş bulunuyordu. Eğer bu problem tabii olarak ortaya çıkmasaydı, süreksiz niceliklere haklarını iade etmeye kimse cesaret edemezdi; daha uzun zaman sürekli fonksiyonlara yegâne hakikî fonksiyonlar göziyle bakılırdı.

Böylelikle fonksiyon kavramı, dikkate değer bir şekilde genişledi ve bazı mantıkçı analizciler sayesinde umulmıyan bir gelişmeye mazhar oldu. Bu analizciler, en halis tecridin hâkim bulunduğu bölgelerde maceraya atıldılar ve gerçek âlemden mümkün olduğu kadar uzaklaştılar. Böyle olmakla beraber, onlara bu fırsatı bir fizik problemi vermiştir.

Fourier dizisinin arkasından başka diziler analizin alanı içine girmiştir; onlar da aynı kapıdan girmiş bulunuyorlar; onlar da tatbikatta kullanılmak üzere tasavvur edilmişlerdir.

İkinci mertebeden kısmî türevli denklemler teorisinin de buna benzer bir tarihi vardır; o da bilhassa fizik sayesinde fizik için gelişmiştir. Fakat bu teori birçok şekiller alabilir; zira böyle bir denklem bilinmiyen bir fonksiyonu tâyine yetmez, ona sınır şartları adını taşıyan birtakım tamamlayıcı şart

lar da ilâve etmek lâzımdır. Böylelikle çeşitli problemler doğar.

Eğer analizciler kendi tabii meyillerine terk edilmiş olsalardı, bu gibi problemlerden ancak bir tanesini tanıyabilirlerdi, o da Bn. Kowalevski'nin meşhur andıcında bahsettiği problemidir.

Bunda benzer daha birçoklarının cahili kalacaklardır.

Fizik teorilerinden her biri, meselâ elektriğe veya ısıya ait olanlar, bize bu denklemleri yeni bir manzara altında gösterirler. O halde denebilir ki fizik teorileri olmasaydı, kısmı türevli denklemleri bilemezdik.

Misallerin sayısını artırmak faydasızdır. Artık şu hükme varacak kadar söz söylemiş bulunuyorum: fizikçiler bizden bir problemin çözümünü istedikleri zaman, bize bir angariye yüklemiş olmazlar, bilâkis bundan dolayı biz kendilerine teşekkür etmeliyiz.

IV

Hepsi bu kadarla kalmıyor. Fizik bize sadece problemleri çözmeye fırsatını vermez; çözüm vasıtaları bulmamıza da yardım eder ve bu da iki şekilde olur.

Çözüm tarzını bize önceden hissettirir; istidlâller ilham eder.

Biribirinden oldukça uzak bir yığın fizik teorisinde raslanan Laplace denkleminin yukarıda bahsetmiştim. Aynı denklem, geo-

metride, konform gösterme ve salt analizde, sanal sayılarda karşımıza çıkar.

Böylelikle, sanal değişkenli fonksiyonların incelenmesinde, analizci, alıştığı bir vasıta olan geometri hayalinin yanında, aynı başarıyla kullanabileceği birçok fizik hayalleri bulur.

Bu hayaller sayesinde, salt dedüksiyonun kendisine ancak sıra ile göstereceği şeyi bir bakışta görebilir. Böylece analizci çözümün dağınık elemanlarını bir araya toplar ve bir nevi sezgi yardımıyla ispat edemeden keşfeder.

İspatlamadan önce keşfetmek! Bütün önemli buluşların bu yoldan yapıldığını hatırlatmama bilmem lüzum var mı?

Ne kadar çok hakikat var ki fizik analogileri sayesinde seziyoruz, fakat kesin bir muhakeme tesis edecek durumda değiliz!

Sözgelimi, matematiksel fizik pek çok sayıda diziye geliştirmeler ithal eder. Bu geliştirmelerin yakınsaklığında kimsenin şüphesi yoktur; fakat bu hususta matematik pekinlik henüz elde edilmiş değildir.

Bütün bunlar, bizden sonra gelecek araştırmacılar için garantili birtakım fütuhattır.

Öteyandan, fizik bize yalnız çözümler temin etmekle kalmaz; o, belli bir ölçü dahilinde bize istidlâllerde temin eder.

Bu münasebetle Riemann yüzeylerine ait bir meselede, B. Klein'in nasıl elektrik

akımları özelliklerine başvurduğunu hatırlatmam yeter.

Bununla beraber bu gibi muhakemelerin, analizcilerin kelimeye attettiği mânada kesin olmadıkları da bir hakikattir.

Burada bir soru ortaya çıkıyor: nasıl oluyor da analizci için kâfi derecede kesin olmayan bir ispat fizikçiye yetetbiliyor? İnsana öyle geliyor ki iki türlü kesinlik bulunması gerektir. Kesinlik ya vardır, ya yoktur; onun olmadığı yerde istidlâl de olamaz. Sayının hangi şartlar altında tabiat olaylarına tatbik edildiği hatırlanırsa, bu görünüşteki paradoks daha iyi anlaşılacaktır.

Kesinlik arandığı zaman raslanan zorluklar umumiyetle neden ileri gelir? Hemer daima filân kemmiyetin falan limite doğru vardı, yahut filân fonksiyonun sürekli olduğu, yahut da bir türeve malik bulunduğu ispatlanmak istendiği zaman böyle bir zorlukla karşılaşılır.

Halbuki fizikçinin deneyle ölçtüğü sayılar ancak yaklaşık olarak bellidir; öte yandan, her hangi bir fonksiyon, daima süreksiz bir fonksiyondan istenildiği kadar az fark ettiği gibi, aynı zamanda sürekli bir fonksiyondan da istenildiği kadar az farkettilerebilir.

O halde fizikçi, incelediği fonksiyonu, dilerse sürekli, dilerse süreksiz varsayabilir; ve bunu yaparken, ne bugünkü deneyle ne

de gelecekteki dencye çelişme korkusu yoktur. Böyle bir hürriyete sahip olan fizikçinin analizciyi durduran zorluklarla çocuk oyuncağı gibi oynaması akla yakın gelir.

Fizikçi daima hesaplarına dâhil olan fonksiyonlar tam çokterimlilermiş gibi istidlâlde bulunabilir.

Bundan dolayı fiziğe yeten kabataslak görüş analizin kuvvetle istediği istidlâl değildir. Fakat bundan, birinin ötekini bulmaya yardım edemeyeceği sonucu çıkmaz. Bugün fizik görüşü o kadar kesin bir ispat haline dönüştürülmüş bulunuyor ki böyle bir dönüşme artık kolaylaşmıştır.

Okutucunun dikkatini yormaktan çekinmeseydim, bu konuda daha birçok misaller zikredebilirdim. Artık salt analizle matematiksel fiziğin, birbirine hiçbir fedakârlıkta bulunmaksızın hizmet edebileceği ve bu iki bilimden her hangi birinin arkadaşını yükselten her ilermenden dolayı sevinç duyması gerektiği hakkında yeteri kadar söz söylemiş olduğumu zannediyorum.

BÖLÜM VI

Astronomi

Hükümetlerle parlâmentolar, astronomiyi en fazla pahalıya mal olan bilimlerden biri saysalar gerektir, zira en küçük bir alet yüzbinlerce franga, en küçük bir rasathane milyonlara mal olur; her tutulma olayı, ilâve ödeneklerin kabulünü icabettirir. Bütün bunlar, seçim mücadelelerimize tamamen yabancı olan, bu mücadelelere hiçbir zaman iştirak etmiyecekleri muhakkak bulunan, son derece uzak gök cisimleri için yapılır. O halde politika adamlarımız bir idealizm eseri, büyük olan şeyler hakkında kapalı bir içgüdü muhafaza etmiş olsalar gerektir; doğrusu ben kendilerine fazlaca iftira edilmiş olduğunu sanıyorum; politika adamlarını teşvik etmek, bu içgüdünnün, bu idealizmin kendilerini aldatmadığını göstermek daha yerinde olur.

Bu maksatla onlara, önemi kimse tarafından inkâr edilemiyecek olan ve astronomiye ihtiyaç gösteren denizcilikten bahsolunabilir. Fakat böyle yapmak bile meseleyi hafif tarafından ele almak olur.

Astronomi faydalıdır, çünkü bizi benliğimizin üstüne yükseltir, çünkü büyüktür, çünkü güzeldir: işte asıl söylenmesi lâzım-gelen sözler bunlardır. O, insanın vücutça ne kadar küçük ve zekâca ne kadar büyük olduğunu gösterir, zira göz kamaştıran bu enginlik içinde insan vücudu ancak bilirsiz bir nokta olduğu halde, insan zekâsı onu tamamiyle kavrayabilir ve bu enginliğin sessiz ahengini tadabilir. Böylece biz kuvvetimizin şuuruna erişmiş oluyoruz, bunu ise ne kadar pahalı ödesek azdır, zira bu şuur bizi daha kuvvetli yapar.

Fakat burada her şeyden önce size göstermek istediğim şey, astronominin doğrudan doğruya daha faydalı olan diğer bilimlerin eserini ne kadar kolaylaştırmış olduğudur. Çünkü ruhumuzu tabiati anlamıya kabiliyetli bir hale getiren o olmuştur.

İnsanlığın Jüpiter'de olduğu gibi, daima bulutlarla kaplı bir gökyüzü altında, yıldızların varlığının edebiyen cahili olmasıyla ne seviyeye düşmüş bulunacağını bir göz önüne getirin! Zanneder misiniz ki, böyle bir dünyada, biz şimdi içinde yaşadığımız halde olurduk? Gerçi böyle karanlık bir kubbenin altında, yeryüzündekilere benzer organizmalar için lüzumlu olan Güneş ışığından mahrum bulunurduk. Fakat, arzu ederseniz, bu bulutların fosforışlı olduğunu, tatlı ve sabit bir ışık yaydığını ka-

bul edelim. Mademki şu sırada birtakım hipotezler yapmaktayız, bir hipotezin fazlalığı bize pahalıya mal olmaz. Sorumu tekrarlıyayım : zanneder miydiniz ki, böyle bir dünyada, biz şimdi içinde yaşadığımız halde olurduk?

Gök cisimleri bize sadece gözle görülen kaba ışığı göndermekle kalmazlar, onlardan bize çok narin olan ve ruhlarımızı aydınlatan bir ışık daha gelir. İşte şimdi bunun etkilerini anlatacağım. İnsanın birkaç bin yıl önce yeryüzünde ne halde olduğunu, bugün de ne halde bulunduğunu bilirsiniz. Bir zamanlar her şeyi kendisi için bir sır olan bir tabiatın ortasında tek başınaydı, anlaşılmaz kuvvetlerin beklenmeyen her tezahürü karşısında korku duyardı, evrenin gidişinde kapristen başka bir şey göremiyordu; bütün olayları bir sürü acaip ve huysuz cinlerin faaliyetine atfeder, dünya üzerinde bir tesir yapabilmek için, bir bakan yahut bir milletvekilinin teveccühünü kazanmak hususunda kullanılan çarelere benzer yollarla bu cinlerin gönlünü almaya çalışırdı. Uğradığı başarısızlıklar bile onu aydınlatmıyordu. Nasıl ki bugün de atlatılan bir kimse, rica ve istirhamlarını kesecek kadar cesaretini kırmaz.

Bugün artık tabiate yalvarmıyoruz. Ak-sine ona hükmediyoruz, çünkü sırlarından birkaçını keşfettik. Ve her gün de yenilerini

keşfetmekteyiz. Biz ona hiçbir zaman reddedemiyeceği birtakım kanunlar adına hükmediyoruz, çünkü bu kanunlar kendi kanunlarıdır; biz tabiatın, çılgınca, bu kanunları değiştirmesini istemiyoruz, o kanunlara en önce uyan biziz.

Nature non imperatur nisi pareudo

Bir halden ötekine geçmek için ruhlarımız ne büyük değişikliğe uğramış oluyor! Zannediliyor mu ki, gök cisimlerinden alınan dersler olmasa, az önce varsaydığım daima bulutlu göğün altında, ruhlarımız bu kadar çabuk değişirdi? O zaman istihale mümkün olur muydu, yahut hiç olmazsa çok daha yavaş olmaz mıydı?

Bir kere kanunların varlığını bize astronomi öğretmiştir. İlk defa olarak Geldaniler gökyüzüne biraz daha dikkatle bakmışlar, bu ışık veren noktalar topluluğunun gelişigüzel ve başıboş seyreden bir karışıklık olmadığını, onun daha ziyade disiplinli bir ordu olduğunu görmüşlerdir. Şüphesiz ki Geldaniler bu disiplinin kaide ve nizamlarını bilmiyorlardı, fakat yıldızlı bir gecenin ahenkli manzarası onlara intizam hissini vermiye yetiyordu. O zaman için bu kadarı bile çoktu. Esasen Hippark, Batlamyus, Kopernik, Kepler birbiri ardına bu kaideleri ayırdetmişlerdir. Nihayet tekmil tabiat kanunları içinde en eski, en belgin, en sade

olanının Newton tarafından ifade edilmiş olduğunu hatırlatmaya lüzum yoktur.

O zaman, bu örneği göz önünden ayırmıyarak, kendi küçük dünyamıza daha yakından baktık ve orada da, görünüşteki intizamsızlık altında, gökyüzü incelemesinin bize bildirdiği âhengi tekrar bulduk. Dünyamız da muntazam ve şaşmaz kanunlara uymaktadır, fakat bu kanunlar daha karışıktır, görünüşte birbirleriyle çarpışma halindedir, ve başka manzaralara alışkın olmıyan bir göz onlarda kaostan, tesadüf ve kaprislerin hükümlerliğinden başka bir şey görmeyecektir. Gök cisimlerini tanımamış olsaydık, birtakım cüretli zekâlar belki yine fizik olaylarını önceden tahmin etmeye çalışacaklardı; fakat sık sık başarısızlığa uğrıyacaklar ve halkın alayı ile karşılaşacaklardı; bugün bile, meteorolojicilerin bazen yanlışlığını ve birtakım kimselerin de buna güldüğünü görmüyor muyuz?

Bu kadar başarısızlıktan bezen fizikcilerin, nefse itimatlarını muhafaza etmek üzere ölerinde astronomların parlak başarı örneği olmasaydı, kim bilir kaç kere cesaretleri kırılmış olurdu! Bu başarı onlara tabiatın kanunlara uyduğunu gösteriyordu; fizikçiler için bunların ne gibi kanunlar olduğunu anlamaktan başka bir şey kalmıyordu; bunun için de kendilerinin yalnızca sabra ihtiyacı vardı ve şüphecilerden itimat istemekte de haklıydılar.

Hepsi bu kadarla kalmıyor: Astronomi bize sadece kanunların varlığını öğretmekle kalmamış, bu kanunlara karşı gelinemeyeceğini de öğretmiştir; eğer biz, üzerinde her elemanter kuvveti daima başka kuvvetlerle çarpışma halinde gördüğümüz yeryüzünden başka âlem tanımasaydık, bu hakikati anlamak için kim bilir ne kadar zaman lâzım gelecekti? Astronomi bize öğretiyor ki kanunlar son derece belgindir ve eğer bizim ifade ettiklerimiz ancak yaklaşık şeylerse, bu, kanunları iyice bilmediğimizden ötürüdür. İlk çağın en bilimci zekâsı olan Aristo, ârızaya, tesadüfe yine bir pay ayırıyor, tabiat kanunlarının, hiç olmazsa şu yeryüzünde, ancak olayların ana hatlarını tâyin ettiklerini düşünür görünüyordu. Tabiatı zekâ ile kavranamaz hale getirecek olan böyle bir hatanın önünü almakta astronomi tahminlerinin daima artan belginliğinin ne kadar yardımı dokunmuştur!

Acaba bu kanunlar mahallî değil midir, yani insanların yaptıkları diğer kanunlar gibi bir yerden başka bir yere gidilmekle sözgelimi küremiz üzerinde, yahut küçük güneş sistemimizde hakikat olan şey, daha uzaklara gidince hata olmayacak mı? Bu takdirde uzaya tabi olan kanunların zamana tabi olup olmadığı yanı onların basit, geçici ve dolayısıyla kısa ömürlü şeylerden ibaret bulunup bulunmadığı sorulamaz mı? Bu so-

ruya da yine astronomi cevap verecektir. Çift yıldızlara bakalım; hepsi konik eğrileri çizer; demek oluyorki teleskop ne kadar uzağı gösterirse gösterecek Newton kanununa uyan sahanın sınırlarına erişemez.

Bu kanunun sadeliğine varıncaya kadar her şey bizim için bir ders olmalıdır; onun iki satırlık ifadesi içine ne kadar karışık olaylar sığmaktadır! Gök mekaniğini anlamıyan kimseler, hiç olmazsa bu bilime ait kitapların kalınlığına bakarak sözümün doğruluğuna inanabilirler; hal böyle olunca, fizik olaylarındaki karışıklığın da henüz bilinmiyen şu veya bu basit sebebi bizden gizlemekte olduğu umulabilir.

O halde tabiat kanunlarının genel karakterlerinin neler olduğunu bize astronomi göstermiştir; fakat bu karakterler içinde bir tanesi vardır ki hepsinin en incesi ve en önemlisidir, onun üzerinde biraz ısrarla durmak için müsaadenizi istiyeceğim.

Eskiler tarafından, sözgelimi Pitagor, Eflâtun veya Aristo tarafından, evrenin ahengi nasıl anlaşılıyordu? Bu, her zaman için doğru olmak üzere bir defa tesbit edilmiş olan şaşmaz bir tip, yahut âlemin kendisine erişmiye çalıştığı bir idealdi, bizzat Kepler, meselâ gezegenlerin güneşe olan uzaklıklarını beş tane düzgün çok yüzlü cisimle bir ilgisi olup olmadığını araştırırken de böyle düşünüyordu. Bu fikir saçma de-

ğildi, fakat kısır olacaktı, çünkü tabiat böyle kurulmuş değildir. Bir kanunun, âlemin bugünkü haliyle hemen bunu takip edecek hali arasında zaruri bir münasebetten ibaret olduğunu bize Newton göstermiştir. O zamandan beri keşfedilmiş bulunan diğer bütün kanunlar bu gibi bir münasebetten, yahut daha doğrusu, diferansiyel denklemlerden başka bir şey değildir; fakat bu hususta bize ilk modeli veren astronomi olmuştur, eğer o olmasaydı şüphesiz daha uzun zaman gayesiz gezip duracaktık.

Görünüşlerden sakınmayı da bize en iyi öğreten astronomi olmuştur. Kopernik en kararlı zannedilen şeyin hareket halinde, hareketli zannedilen şeyin de sabit olduğunu ispat ettiği gün duyularımızın araçsız verilerinin dışına çıkan çocukça istidlâllerin ne kadar aldatıcı olduğunu göstermiş oluyordu; şüphesiz ki onun fikirleri zahmetsizce muzaffer olmuş sayılmaz, fakat, bu zaferden sonra, en kökleşmiş peşin hükümleri bile yerinden sarsacak kadar kuvvetlenmiş bulunuyoruz. Bu tarzda fethedilmiş yeni silâhın kıymetini nasıl takdir etmemeli?

Eskiler her şeyin insan için yapmış olduğuna inanıyorlardı, bu vehmin çok kuvvetli olduğunu kabul etmeliyiz, zira her an ona karşı savaşmak gerekiyor. Böyle olmakla beraber muhakkak ondan sıyrılmamız lâzımdır; yoksa insan bir türlü hakikati göremi-

yen ebedî bir miyop olarak kalacaktır. Tabiatı anlamak için, âdeta kendi benliğinden dışarı çıkabilmek, tabiatı çeşitli bakımlardan temaşa edebilmek lâzımdır; yoksa onun ancak bir tarafı bilinmiş olur. Halbuki her şeyi kendine nispet eden bir varlık kendi benliğinin dışına çıkamaz. Bu vehme kapılmaktan acaba bizi kim kurtarmıştır? Yerin güneş sistemine ait en küçük gezegenlerden biri olduğunu ve bizzat güneş sisteminin de yıldızlar evreninin sonsuz uzayları içinde belirsiz bir noktadan ibaret bulunduğunu gösterenler kurtarmıştır.

Astronomi aynı zamanda büyük sayılardan ürkmemeyi bize öğretiyordu, bu ise yalnız gökyüzünü tanımak için değil, bizzat yeri tanımak için de bir zaruretti, o zamanlar bunu başarmak bugün görüldüğü kadar kolay değildi.

Geriye doğru dönmeye, eski bir Yunanlıya kırmızı ışığın saniyede dört yüz milyon kere milyon defa ihûraz ettiğini söyleyince ne düşüneceğini tasarlamıya çalışalım. Hiç şüphesiz böyle bir iddia kendisine tam bir çılgınlık gibi görünür ve bunu aslâ kontrol etmeye girişmezdi. Bugün her hangi bir hipotez bize saçma görünmüyor, çünkü duyularımızın bize gösterebildiğinden çok daha büyük yahut çok daha küçük şeyleri tahayyül etmeye bizi zorlıyor, bizden önce gelmiş olanları durduran ve sırf korktukları

için birtakım hakikateleri keşfetmelerine mâni olan bu gibi vesveseleri artık anıyamıyoruz. Acaba niçin ? Çünkü gökyüzünün büyüklüğünü gördük ve durmadan büyümekte olduğunu görüyoruz; çünkü Güneş'in yerden 150 milyon kilometre ötede olduğunu ve en yakın yıldızların ise bundan yüz binlerce kere daha uzakta bulunduğunu biliyoruz. Sonsuz büyüğü temâşaya alışa alışa, sonsuz küçüğü de anlamıya kabiliyetli olduk. Aldığı terbiye sayesinde muhayyilemiz, tıpkı Güneş'ten kamaşmıyan kartal gözü gibi, hakikate cepheden bakabilir.

Astronomi'nin, ruhumuzu tabiatı daha iyi anlamaya elverişli hale getirdiğini; daima nebülözlü ve yıldızlardan mahrum bir göğün altında bizzat yerin, edebiyen, zekâmız tarafından kavranmaz bir şey olarak kalacağını; yeryüzünde kapristen ve kargaşalıktan başka bir şey görmeyeceğimizi, dünyayı tanımayınca da onu hükmümüz altında alamıyacağımızı söylemekle hata etmiş oluyor muyum? Hangi bilim bize bundan daha faydalı olurdu? Hattâ böyle konuşmakla pratik tatbikattan başka şeye kıymet vermeyenlerin görüşünü ele almış bulunuyorum. Şüphesiz ki kendi görüşüm bu değildir; bilâkis benim sanayiîn fütuhatına karşı hayranlık beslemem, onun bizi maddi sıkıntılardan kurtararak bir gün dilediğimiz gibi tabiatı temâşa etmemize imkân vermesi sebebiyledir; ben,

bilim faydalıdır, çünkü makineler yapmayı bize öğretir, demiyorum; şöyle diyorum: makineler faydalıdır, çünkü bizim yerimize çalışmakla, bir gün bilim yapmamıza daha fazla zaman bırakacaktır. Zaten bu iki görüşün ihtilâf halinde olmadığını kaydetmek de faydasız değildir, zira insan karşılıksız bir gaye peşinde koşmaya başlayınca, gerisi kendisine fazladan gelmiştir.

Auguste Comte, bilmem nerede, güneşin terkebini aramanın boşuna olduğunu, çünkü böyle bir bilginin sosyolojide hiçbir işe yararmayacağını söylemiştir. Böyle dar bir görüşe nasıl sahip olabilmıştır? Onun diliyle konuşmak gerekirse, insanlığın teolojik halden pozitif hale geçişinin, astronomi sayesinde olduğunu az önce görmedik mi? Bunu o da anlamıştı, çünkü onun zamanında bu istihale olmuş bulunuyordu.

Fakat nasıl olup da geriye yapılacak daha pek çok şey kaldığını ve bunların evvelkilerden daha az istifedeli olmadığını anlamamıştır. Onun gûya mahkûm ettiği fiziksel astronomi, şimdiden meyva vermeye başlamıştır ve daha nice meyvalar verecektir, zira daha dün doğmuş bir bilimdir.

Bir kere pozitivizm kurucusunun bize yasak ettiği güneşin tabiatı anlaşılmış, orada yeryüzünde var olup farkına varılmamış olan cisimler bulunmuştur: meselâ hemen hemen hidrojen kadar hafif olan helyum

gazi gibi. Bu Comte'un düşüncesinin ilk yalanlanmasıydı. Fakat bundan çok daha kıymetli olan bir bilgiyi spektroskopiye borçluyuz; o bize en uzak yıldızlarda aynı maddelerin bulunduğunu gösteriyor; yeryüzüzündeki elemanların, narin atomları bir araya toplayıp bunlarla kimyacıların atom adını verdiği çok daha karmaşık yapıyı kuran bir tesadüften doğup doğmadığı sorulabilirdi; evrenin diğer bölgelerinde de başka tesadüflerin bunlardan tamamıyla farklı yapılar doğurup doğurmıyacağı sorulabilirdi. Artık böyle bir şeyin olmayacağını biliyoruz, bizim kimyamızın kanunları tabiatın genel kanunlarıdır ve yeryüzünde bizi yaratmış olan tesadüfe hiçbir şey borçlu değillerdir.

Fakat, denecektir ki, astronomi öteki bilimlere elinde olan her şeyi vermiş bulunuyor; gök bize yeryüzü tabiatını incelemeye yarayan aletleri temin etmiştir, şimdiden sonra isterse ebedi olarak bulutlarla örtülü kalabilir. Yukarda söylediğimiz şeylerden sonra bu itiraza cevap vermiye hacet var mı? Batlamyos zamanında da aynı muhakeme yapılabilirdi; o zaman da her şeyin bilindiği zannolunuyordu, halbuki aslında hemen hemen her şeyin öğrenilmesi lâzımdı.

Gök cisimleri hiçbir kimyacının tasavvur edemeyeceği kadar muazzam birer lâboratuvar, heybetli birer potadır. Oralarda bizim için gerçekleştirilmesine imkân olmu-

yan sıcaklıklar hüküm sürer. Bu gök cisimlerinin tek kusuru biraz uzakta olmalarıdır; fakat teleskop onları bize yaklaştırır, biz de maddenin oralarda ne halde olduğunu görürüz. Doğrusu fizikçiye ve kimyacıya ne mutlu!

Oralarda madde, nebülözleri teşkil ediyor görünen ve bilmem hangi meşei esrarlı parlaklıkla parıldıyan, yoğunluğu azalmış gazlardan akkor halindeki yıldızlara ve bize çok yakın olduğu halde bizden çok farklı bulunan gezegenlere varıncıya kadar, bin türlü halde görülecektir.

Belki bir gün gök cisimleri bize hayat hakkında da bir şeyler öğretecektir; bu kadarı çılgınca hayal gibi görünüyor, hattâ ben bile onun nası gerçeklenebileceğini anıyamıyorum; fakat yüzyıl önce, gök cisimleri kimyası da insana çılgınca bir hayal gibi gelmez miydi?

Fakat bakışlarımızı daha yakın ufuklara çevirelim, elimizde yine tesadüflere daha az bağlı ve oldukça cazip vaatler kalacaktır. Geçmiş zaman bize çok şey vermiş olmakla beraber, geleceğin daha fazlasını vereceğine emin olabiliriz.

Kısaca, Astrolojiye itikadın insanlığa ne kadar faydalı olduğu inanılmaz şeydir! Eğer Kepler ile Tiko-Brahe yaşıyabildilerse, bu, gök cisimlerinin kavuşum halleri esasına dayanan kehanetlerini birtakım safdil krallara

satmaları sayesinde olmuştur. Eğer bu hükümdarlar bu derece mutakit olmasalardı, belki de biz tabiatın kaprislere uyduğuna inanmakta devam edecek ve hâlâ cehalet içinde yüzecektik.

BÖLÜM VII

Matematiksel fiziğin tarihi

Fiziğin Geçmişi ve Geleceği — Matematiksel fiziğin bugünkü hali nedir? Onun ortaya koyduğu problemler nelerdir? Bu bilimin geleceği nedir? Tuttuğu yön bir değişikliğe uğramak üzere midir? Onun amacı ve metotları, on yıl içinde, bizden sonra geleceklere, aynı manzarayla görünecek midir; yoksa derin bir dönüşüme mi şahit olacağız? İşte bugün anketimize başlarken karışımıza çıkan sorular bunlardır.

Bu soruları ortaya koymak kolaysa da, onlara cevap vermek zordur. Eğer kendimizi bir tahminde bulunmak mecburiyetinde hissetseydik, bundan yüzyıl önce en yüksek bilginlere XIX uncu yüzyılda bilimin ne hal alacağı sorulduğu zaman söylemiş olacıklarını mânasız sözleri düşünmekle, bu şiddetli arzuya kolayca mukavemet ederdik. Onlar tahminlerinde pek ileri gittiklerini sanırlardı, halbuki hâdiseler olduktan sonra biz kendilerini çekingen bulurduk. O halde benden hiçbir kehanet bekemeyiniz.

Fakat bütün ihtiyatlı doktorlar gibi,

Ben de tahmin yürütmekten kaçınmakla beraber, küçük bir teşhiste bulunmaktan kendimi alamıyacağım; evet, ortada ciddi bir buhranın alâmetleri vardır, ve yakın bir istihalenin olmasını beklemeliyiz. Bununla beraber fazla endişe etmiyelim. Hastanın bundan olmiyeceğine eminiz, hattâ bu buhranın kendisini selâmete çıkaracağını bile ümit edebiliriz, zira geçmiş zamanın tarihi bunu bize garanti eder gibi görünüyor. Gerçekten bu buhran ilk buhran değildir, ve kendisini anlamak için daha evvelkileri hatırlamak yerinde olur. Müsaade ederseniz bunları kısaca anlatayım.

Merkezi kuvvetler fiziği — Bildiğimiz gibi, matematiksel fizik, XVIII inci yüzyılın sonunda, bizzat gök mekaniğinin tam bir gelişmeye mazhar olduğu anda, bu bilimden doğmuştur. Bilhassa ilk yıllarda, çocuk, şaşılacak derecede anasına benziyordu.

Astronomi evreni, şüpheşiz çok büyük olan kütlelerden teşekkül eder, fakat bunlar o kadar engin uzaklıklarla ayrılmışlardır ki bize maddi noktalar gibi görünürler; bu noktalar uzaklıkların karesiyle ters oranlı olarak birbirini çeker ve bu çekim gök cisimlerinin hareketlerine tesir eden tek kuvvettir.

Fakat duyularımız fizikçinin incelediği cisimlerin teferruatını bize gösterecek kadar narin yapıları olsaydı, göreceğimiz manzara,

astronomun temaşa ettiğinden pek az farklı olacaktı. Orada da boyutlarına nazaran birbirinden sonsuz uzaklıklarla ayrılmış olan ve düzgün kanunlar dairesinde yörüngeler çizen maddi noktalar görecektik. Bu sonsuz küçük gök cisimleri atomlardır. Bunlar tıpkı gök cisimlerinde olduğu gibi birbirini çeker yahut iterler, onları birleştiren doğru istikametinde olan bu çekim yahut itme de yalnızca uzaklığa tabidir. Bu kuvvetin uyduğu kanun, belki de tam Newton kanunu değildir, fakat onu andıran bir kanundur; $üs-2$ olacak yerde ihtimal ki bundan farklıdır, işte fizik olaylarındaki bütün tenevvü, keyfiyette ve duyumlardaki bütün çeşitler, bizi kuşatan bütün renk ve ses âlemi, bir kelimeyle bütün tabiat, bu $üs$ değişikliğinden çıkmaktadır.

İşte ilk anlayış şeklinin esası budur. Geriye, bütün olayları izah maksadiyle, çeşitli hallerde bu $üs$ e hangi değeri vermenin uygun düşeceğini araştırmak kalır. Meselâ Laplace kılcallık hakkındaki güzel teorisini bu model üzerine kurmuştur; Laplace bu teoriye çekimin, yahut kendi söziyle evrene teşmil edilmiş yer çekiminin bir özel hali göziyle bakıyor ve onu Gök mekaniğinin beş cildinden birinde görmekle kimse hayret etmiyor. Yakın zamanlarda, Briot, eşir atomlarının birbirini uzaklığın 6 ncı kuvvetiyle ters oranlı olarak çektiğini

ispatlamakla, optiğin en son sırrına nüfuz ettiğini sanıyordu; bizzat Maxwell bile, bir yerde, gaz atomlarının birbirini uzaklığın 5 inci kuvvetiyle ters oranlı olarak ittiğini söylemişti. Bütün bu hallerde, — 2 üssü yerine, elimizde — 6 yahut — 5 üssü var, fakat netice daima bir üstür.

Bu devrin teorileri arasında yalnız biri istisna teşkil ediyor, o da Fourier'nin ısının yayılması teorisidir; gerçi bunda da birbirine uzaktan tesir eden atomlar vardır, yekdiğerine ısı yollamaktadırlar, fakat bu atomlar birbirini çekmiyorlar, kımıldamıyorlar. Bu bakımdan Fourier teorisi çağdaşlarına, hattâ bizzat Fourier'ye, eksik ve geçici birşey gibi görünse gerekti.

Bu kavrayış tarzının büyük tarafları da yok değildi ; çekiciydi ve hâlâ içimizden birçoğu ondan büsbütün vazgeçmemiştir, bu gibiler, ancak duyularımızın bize verdiği dolaşık çileyi sabırla çözmek suretiyle eşyanın son elemanlarına erişeceğimizi bilirler. Onlara göre, hiçbir aracıyı ihmal etmeksiniz adım adım ilerlemek lâzımdır, babalarımız bu merhameleleri atlayıp geçmekle hata etmişlerdi. Bu gibi kimseler zannederler ki bu son elemanlara erişildiği zaman gök mekaniğinin muhteşem sadeliğine yeniden kavuşulacaktır.

Bu kavrayış tarzı da pek faydasız olmamıştır; bilhassa bizdeki esas fizik kanunu

kavramını belginleştirmeye yardım etmekle, baha biçilmez bir hizmette bulunmuştur. Düşüncemi açıklayayım : eskiler kanunu nasıl anlıyordu? Onlarca bu, içten içe var olan, âdeta statik ve değişmez bir ahenkti; yahut da o, tabiatın taklit etmiye çalıştığı bir örnekti. Bir kanun, bizim için, hiç de bu değildir ; kanun, bugüne ait bir olayla yarının bir olayı arasında değişmez bir bağlantıdır ; bir kelimeyle o, bir diferansiyel denklemdir.

İşte fizik kanununun ideal şekli budur ; halbuki ilk defa bu şekle bürünmüş olan kanun, Newton kanunu olmuştur. Eğer sonraları aynı şekil fiziğe de uygulanmışsa, bu, imkân nispetinde Newton kanununu kopye etmek, dolayisiyle Gök Mekaniğini taklit etmek sayesinde olmuştur. Esasen VI ncı bölümde belirtmeğe çalıştığım fikir de bu idi.

Prensipler fiziği. — Mamafih bir gün gelmiş, merkezil kuvvetler kavrayışı artık kâfi görülmemiştir. Size biraz önce anlattığım buhranlardan birincisi işte o zaman başgöstermiştir.

O zaman ne yapılmıştır? Evren yapısının teterruatına nüfuz etmekten, bu cngin mekanizmanın parçalarını ayırmaktan, bunları harekete getiren kuvvetleri bir bir çözümlemekten vazgeçilmiş ve asıl gayesi bizi bu incelemelerden kurtarmak olan birtakım genel

prensipler rehber alınmakla kanaat edilmiştir. Bu, nasıl olmuştur? Var sayalım ki karşımızda herhangi bir makine bulunsun; sadece ilk çarklar topluluğuyla son çarklar topluluğu görülebilirsin, fakat hareketin bir çarktan ötekine geçmesine yarıyan aracı edevat içerde gizli olsun ve göze görünmesin; hareket intikalinin dişlerle mi, yoksa kayışlarla, yahut manivelâ kollariyle mi, yahut da başka vasıtalarla mı yapıldığını da bilmiyelim. Bu makineyi sökmemize müsaade edilmedikçe onu anlamamıza imkân olmadığını söyleyebilir miyiz? Tabî ki hayır, meselâ enerjinin sakımı prensipi en ilgi verici nokta üzerinde fikrimizi tesbite yeter; kolayca anlarız ki son çark ilk çarktan on defa daha az dönmektedir, zira bu iki çark gözle görülebilir; bundan birinciye tatbik edilmiş bir kuvvet çiftinin, ikinciye tatbik edilenden on kere daha büyük bir kuvvet çiftiyle denge yapacağı sonucunu çıkarırız. Bunun için bu dengenin mekanizmasına nütuz etmek ve kuvvetlerin makine içinde birbirini nasıl giderdiklerini bilmek şart değildir bu gidermenin hâsıl olmamasına imkân bulunmadığına emniyet getirmek yeter.

İşte evren karşısında, enerjinin sakımı prensipi de bize aynı hizmeti görebilir. Evren bütün bu endüstri makinelerinden çok daha karışık bir makinedir ve hemen bütün parçaları bizden derin bir şekilde gizlidir; fa-

kat görebildiğimiz parçaları gözlemekle, bu prensip sayesinde, parçaları harekete getiren ve gözle görünmiyen iç teferruat ne olursa olsun, doğru kalacak hükümler çıkarabiliriz.

Muhakkak ki enerjinin sakımı yahut Mayer prensibi, en önemli prensiptir. Fakat bu, tek prensip değildir, kendilerinden aynı derecede istifade edebileceğimiz daha başka prensipler de vardır. Bu prensipler de şunlardır:

Carnot prensibi, yahut enerjinin kıymetten düşme prensibi;

Newton prensibi, yahut etki ile tepkinin eşitliği prensibi;

İzafiyet prensibi (relativité), ki buna göre, gerek sabit bir gözleyici için, gerekse düzgün bir ötelenme hareketiyle giden bir gözleyici için, fizik olaylarının kanunları aynı olmalıdır; dolayısıyla bizim böyle bir hareket halinde olup olmadığımızı ayırdettirecek hiçbir vasıtamız yoktur ve olamaz.

Kütlenin sakımı prensibi, yahut Lavoisier prensibi;

Bunlara bir de en küçük etki prensibini ilâve edeceğim.

Bu beş veya altı prensibin çeşitli fizik olaylarına tatbiki, akıl ve mantık dahilinde anlamayı ümit edebileceğimiz her şeyi öğrenmemize yeter; bu yeni matematiksel fiziğin en fazla dikkate değer örneği, hiç şüphesiz, Maxwell'in bulduğu ışığın elektromanyetik teorisidir. Eşir nedir, molekülleri

ne şekilde tertiplenmiştir, bunlar birbirini çeker mi, yoksa iter mi? Bilimiyoruz; fakat biliyoruz ki bu ortam aynı zamanda hem optik tegayyürleri, hem de elektrik tegayyürlerini nakletmektedir; yine biliyoruz ki bu nakletme, mekaniğin genel prensiplerine uygun olarak yapılmalıdır, elektromanyetik alanın denklemlerini kurmak için bu kadarı bize yeter.

Bu prensipler, kuvvetle genelleştirilmiş deneylerin sonuçlarıdır; fakat bizzat bu genellikten yüksek derecede bir pekinlik kazanmış gibi görünüyorlar. Gerçekten onların genelliği arttıkça kendilerini kontrol etmek fırsatı da artar. Neticede en çeşitli ve en beklenmiyen şekiller alabilen sağlamlamalar artık hiçbir şüpheye yer bırakmaz olur.

Eski fiziğin faydası. — İşte matematiksel fizik tarihinin ikinci safhası budur ve hâlâ bu safhadan çıkmış değiliz. Acaba birinci safhanın faydasız olduğunu, elli yıl müddetle bilimin yanlış yol tutturmuş bulunduğunu ve hatalı bir kavrayış tarzının önceden başarısızlığa mahkûm ettiği bunca emeği artık unutmak gerektiğini söyleyebilir miyiz? Asla. Zannediyor musunuz ki birinci safha olmasaydı, ikinci safha var olabilirdi? Merkezil kuvvetler hipotezi bütün prensipleri ihtiva ediyordu; bu prensipler onun birer zorunlu neticeleriydi; her ne kadar enerjinin, kütle-

nin sakımı prensipleriyle etki ve tepkinin eşitliği prensibi, en küçük etki kanunu, birer denel hakikat gibi değil de birer teorem gibi görünüyorsa da hepsi yine merkezil kuvvetler hipotezinden çıkıyordu; aynı zamanda bu denel hakikat veya teorem gibi görünen şeylerin ifadesi, bugünkü şekillerine nispetle daha fazla belgin ve daha az geneldi.

Bizi bu çeşitli prensiplere ısındıran, onları türlü türlü kıyafetler altında tanımamıza yardım eden, babalarımızın matematiksel fiziği olmuştur. Sonraları bu prensipler deneyin verileriyle mukayese edilmiş, onları bu verilere uydurmak için ifade şekillerinin nasıl değiştirilmesi gerektiği görülmüştür; böylece kendileri genişletilmiş ve sağlamlaştırılmıştır. Bundan sonra onlara denel hakikatler göziyle bakmaya doğru gidilmiştir; o zaman merkezil kuvvetler kavrayışı, lüzumsuz bir dayanak, hattâ bir engel oluyordu, zira kendisinin hipotetik karakterine prensipleri de iştirak ettiriyordu.

Şu halde çerçeveler elâstiki oldukları için kırılmış değillerdir, genişlemişlerdir; onları inşa etmiş olan babalarımız boşuna çalışmış olmuyorlardı; bugünün biliminde bile onların çizdiği taslağın genel çizgilerini görüyoruz.

BÖLÜM VIII

Fiziksel Matematiğin Bugün

Geçirdiği Buhran

Yeni Buhran. — Şimdi de üçüncü bir safhaya girmek üzere mi bulunuyoruz? Acaba ikinci bir buhranın arifesinde miyiz? Üzerlerine bu kadar çok yapı kurduğumuz prensipler de çökecek midir? Birkaç zamandan beri bu gibi sualler sorulabilir.

Bu şekilde konuştuğumu duyunca, şüphesiz radyum'u, şimdiki zamanların o büyük ihtilâlcisini düşüneceksiniz, hakikaten ben de biraz sonra ondan bahsedeceğim ; fakat başka bir şey daha var; söz götüren, sadece enerjinin sakımı prensibi değildir; bütün diğer prensibler de tehlikededir, hepsini sıra ile gözden geçirince bunu göreceğiz.

Carnot Prensibi — Carnot prensibinden başlayalım. Bu, merkezî kuvvetler hipotezinin araçsız bir neticesi olarak görünmiyen tek prensiptir. Daha doğrusu Carnot prensibi bu hipotezle çelişme halinde olmamakla beraber, onunla uzlaşması da zahmetsiz oluyor. Eğer fizik olayları, karışıklı çekimleri

sadece uzaklığa bağlı atom hareketlerinden ibaret olsaydı, görünüşe göre, bütün bu olayların tersinir olması lâzımdı; eğer bütün hızlar aksedileseydi, daima aynı kuvvetlerin tesiri altında bulunan bu atomlar, yörüngelerini ters yönde dolanacaklar; yer bile, hareketinin ilk şartları aksedildiği takdirde, doğru yönde çizdiği aynı eliptik yörüngeyi ters yönde çizecekti. Bu hesaba göre, eğer bir fizik olayı mümkünse, bunun aksi de mümkün olmalı, zamanın seyri gerisin geriye katedilebilmelidir. Halbuki tabiatta durum böyle değildir, gerçekten Carnot prensibi de bize bunu öğretiyor, ısı sıcak cisimden soğuk cisme geçebilir, fakat sonradan ısıya aksi yolu takibettirmek ve yok olan sıcaklık farklarını yeniden kurmak imkânsızdır. Hareket, sürtünme yoluyla tamamen harcanabilir ve ısıya dönüştürülebilir; halbuki ters dönüşüm ancak kısmî bir şekilde yapılabilmektedir.

Görünürdeki bu çelişme telif edilmeye çalışılmıştır. Eğer dünya düzgün hale doğru varıyorsa, bu, onun önce birbirine hiç benzemiyen parçalarının gittikçe daha az farklı oluşundan değil, parçaların tesadüfe bağlı olarak yer değiştirmeleri dolayısıyla tamamen birbirlerine karışmalarından ötürüdür. Bütün elemanları ayırdedebilen bir göz için, çeşitlilik yine eskisi kadar çoktur; bütün yığının her zerresi orijinalliğini mu-

hafaza etmekte ve komşularını örnek almaktadır; fakat karışım gittikçe daha içten, daha samimi olur, bir an gelir ki kaba duyularımız düzgünlükten başa birşey ayırdetmez. İşte bunun için sıcaklıklar, aynı seviyeye doğru varırlar ve bir daha eski hale dönmeleri mümkün değildir.

Bir damla şarap bir bardak su içine düşsün; sıvının iç hareket kanunu ne olursa olsun, çok geçmeden onun düzgün bir pembe renk aldığını görürüz, bu andan itibaren kab ne kadar çalkanırsa çalkansın şarapla su birbirinden ayıramıyacaktır. Demek oluyor ki tersinmez fizik olayı tipi şöyledir : bir arpa tanesini bir buğday yığını içinde saklamak kolaydır ; fakat onu sonradan bulmak ve kendisini oradan çıkarmak pratikte imkânsızdır. İşte bu noktayı Maxwell ile Boltzmann izah etmişlerdir, fakat bunu okunması zor olduğu için pek az okunan, Statik mekanik prensipleri adlı eserinde en net şekilde gören Gibbs olmuştur.

Bu görüş noktasına uyan kimseler için, Carnot prensibi kusurlu bir prensipten başka bir şey değildir, duyularımızın mükemmel olmayışından doğan bir imtiyazdır; meselâ gözlerimiz çok kaba olduğu içindir ki karışımın basit elemanlarını ayıramıyoruz; yine ellerimizin çok kaba oluşundadır ki bu elemanları birbirinden ayırdedemiyoruz; Maxwell'in molekülleri birbir ayıklayabilen muhayyel

iblisi, dünyayı yüzgeri ettirebilirdi. Acaba dünya kendiliğinden eski haline dönebilir mi? Bu imkânsız değilse de herhalde sonsuz küçük derecede olasıdır; bir geri dönüşe elverişli olacak durum ve şartların bir araya gelmesi için, uzun zaman beklenmesi ihtimal içindedir; fakat ergeç, sayısını yazmak için milyonlarca rakam gerektiren senelerden sonra, bu şartlar gerçekleşecektir.

Mamafih bütün bu kayıtlar teorik kalmaktadır, hiç birisi endişe verici değildir ve Carnot prensibi bütün pratik değerini muhafaza ediyor. Fakat bir yerde sahne değişiyor. Biyolojist, uzun zaman evvel, mikroskopla müstahzarlarını incelerken, askıda duran küçük zerrelere intizamsız hareketler yaptığını görmüştür; bu, Brown hareketidir. O, önce bunu bir hayat olayı sanmıştır, fakat çok geçmeden görmüştür ki cansız olan zerreler de ötekilerden aşağı kalmıyan bir hevesle dansetmektedir; sonra biyolojist bunu fizikçiye havale etmiştir. Maalesef fizikçiler uzun zaman bu meseleye ilgi göstermemişlerdir; mikroskopik müstahzarı aydınlatmak için ışık teksif ediliyor, diye düşünüyorlardı, halbuki ışık sıcaklık doğurmadan olmaz, bundan sıcaklık farkları hâsıl olur, su içinde de birtakım cereyanlar meydana gelir ve bunlar da bahsedilen hareketleri doğurur.

B. Gouy, olaya daha yakından bakmayı düşündü ve gördü ki, yahut gördüğünü san-

dı ki, bu izah şeklinin tutulur tarafı yoktur, zerreler ne kadar küçükse hareketler de o kadar şiddetli olur, aydınlatma tarzı olaya tesir etmemektedir. O halde bu hareketlerin durmamasını, daha doğrusu harici bir enerji kaynağından hiçbir şey almadığı halde yeniden hâsıl olmasını neye hamletmeliyiz? Şüphesiz ki bu yüzden enerjinin sakımı prensibini feda edecek değiliz, fakat kâh hareketin sürtünme yoluyla ısı haline, kâh ısıнын hareket haline geçtiğini gözlerimizle görüyoruz. Bununla beraber ortada hiçbir şey kaybolmuyor, çünkü hareket daima devam ediyor. Bu hal Carnot prensibine aykırıdır. Eğer durum böyle ise, dünyanın eski haline döndüğünü görmek için, Maxwell iblisinin sonsuz derecede narin gözüne lüzum yoktur, mikroskopumuz buna yeter. Fazla iri olan cisimler meselâ milimetrenin ondan biri kadar boyuta sahip olanlar, her taraftan hareket halindeki atomların sademesine uğrarlar, fakat yerlerinden kımıldamazlar. Çünkü bu sademeler sayıca pek çoktur ve tesadüf kanunu gereğince birbirini ifna ederler; halbuki çok daha küçük olan zerreler daha az sademeye uğradıklarından bu ifna muhakkak hâsıl olmaz ve zerreler de çeşitli yönlerde sallanır. Böylece prensiplerimizden biri tehlikeye düşüyor.

İzafiyet prensibi — İzafiyet prensibine gelelim; bu prensip sadece günlük hayat deneyle-

riyle doğrulanmakla kalmaz. O, yalnız merkezil kuvvetler hipotezinin zorunlu bir neticesi değildir, sağduyumuza da dayanılmaz bir kuvvetle kendini kabul ettirir; böyle olduğu halde o da hücumu uğramaktadır. İki elektrikli cisim varsayalım; bunlar her ne kadar bize sükûnet halinde görünürlerse de, ikisi birden yerin hareketiyle ötelenmektedir; Rowland ise bize öğretmiştir ki hareket halinde olan bir elektrik yükü bir akıma denktir; o halde bu elektrik yüklü iki cisim paralel ve aynı yönlü iki akıma denktir ve birbirini çekmelidir. Bu çekim kuvvetini ölçmekle, yerin hızını ölçmüş oluruz; bu Güneşe yahut sabit yıldızlara göre hesaplanan hız değildir, yerin mutlak hızıdır.

Şimdi bana ne söyleneceğini biliyorum: bu, yerin mutlak hızı değil, esire nispet edilen hızıdır. Ne kadar az tatmin edici bir söz! Görülmüyor mu ki bu tarzda anlaşılan prensipten hiçbir şey elde edilemez! Bize hiçbir şey öğretemez, çünkü hiçbir şey tarafından yalanlanmak korkusu yoktur. Bir şeyler ölçmiye muvaffak olsak bile, bunun mutlak hız olmadığını söylemekte daima serbestiz; eğer o, esire nispet edilen hız değilse, uzayı kendisiyle dolduracağımız bilinmiyen yeni bir akışkana göre ölçülen hız olabilecektir.

Zaten deney de izafiyet prensipinin bu tarzda tefsirini iflâs ettirmiştir; yerin esire

göre hızını ölçmek için yapılan bütün teşebbüsler menfi sonuç vermişlerdir. Bu defa denel fizik, matematiksel fiziğin prensiplerine daha fazla sadık kalıyordu; teorikler diğer genel görüşlerini ahenkleştirmek maksadiyle bu menfi sonucu hesaba katmamaya can atıyorlardı; fakat deney onu doğrulamakta ısrar etmiştir. Kullanılan vasıtalar değiştirilmiştir, nihayet Michelson belginiği en son sınırına kadar götürmüştür; fakat bütün emekler boşuna olmuştur. İşte tabiatın bu inadını izah etmek içindir ki, matematikçiler, bugün, bütün hünelerlerini ortaya koymak zorunda kalıyorlar.

Yapacakları iş kolay değildir, Lorentz bile, ancak hipotezleri üstüste yığmak sayesinde bu zorluktan sıyrılabilmiştir.

Bu hususta düşünülen en maharetli fikir, mahalli zaman fikriydi. Optik işaretler yardımıyla saatlerini ayarlamak isteyen iki gözlemci tasarlıyalım; bunlar işaret alıp veriyorlar, fakat ışığın bir yerden bir yere intikalinin âni olmadığını biliyor, işaretleri karşılıklı veriyorlar. B istasyonu, A istasyonunun işaretini gördüğü zaman, B nin saati A istasyonunun tam işaret verdiği andaki saati değil, bu saatin intikal süresini gösteren bir sabit nicelik kadar tazlasını gösterir. Meselâ, A istasyonunun, kendi saati sıfırı gösterdiği anda, işaret yollandığını varsayalım. B istasyonu da

kendi saati t yi gösterdiği zaman bu işareti görmüş bulunsun. Eğer t ye eşit olan gecikme, intikalın süresini gösterirse saatler ayarlanmış demektir. Bunu gerçeklemek için B istasyonu da saati sıfırı gösterdiği anda bir işaret yollar, A istasyonu, kendi saati tam t yi gösterdiği anda bunu görmelidir. O zaman saatler ayarlanmış denebilir.

Gerçekten bu saatler aynı fizik anında aynı zamanı gösterir, şu şartla ki iki istasyonun durumu sabit olsun. Aksi halde, intikalın süresi iki yönde aynı olmayacaktır, zira söz gelimi A istasyonu B den çıkan optik tegayyüre doğru gidecek, halbuki B istasyonu A dan çıkan tagayyürden uzaklaşacaktır. Bu tarzda ayarlanmış olan saatler hakiki zamanı göstermiyecek, mahalli zaman diyebileceğimiz zamanı gösterecektir. Neticede biri ötekine nazaran gecikecektir. Ne ehemmiyeti var, zira bunun farkına varmak için elimizde hiçbir vasıta yoktur. Meselâ A da hususle gelen bütün olaylar gecikmeli olacak, fakat hepsi de eşit derecede gecikecektir, gözlemci bunun farkına yarmıyacaktır, çünkü kendi saati de geç kalmaktadır; kısaca, izafiyet prensipi icabı, bu gözlemci hiçbir vasıta ile sükûnette mi yoksa mutlak hareket halinde mi olduğunu anlamıyacaktır.

Maalesef bu kadarı yetmez, daha başka tamamlayıcı hipotezler lâzımdır; hareket

halinde olan cisimlerin, hareket yönünde düzgün bir kasılmaya uğradığını kabul etmek gerektir. Meselâ yerin çaplarından biri, gezegenimizin hareketinden ötürü,

$\frac{1}{200\,000\,000}$ i kadar kısılır, halbuki öteki çap

normal uzunluğunu muhafza eder. İşte son küçük farklar da bu şekilde giderilmiş olurlar. Bir de kuvvetler hakkında yapılan hipotez vardır. Kuvvetler de menşeleri ne olursa olsun, yani ister çekimden, isterse esneklikten doğmuş bulunsun, düzgün bir ötelenme ile hareket eden bir dünyada, belli bir oran dahilinde azalmış olacaklardır, yahut daha doğrusu ötelenmeye dik olan bileşenler için durum öyle olacak, paralel bileşenler değişmiyecektir. Şimdi elektriklenmiş iki cisim misalini yeniden ele alalım; bu cisimler birbirini iter, fakat aynı zamanda eğer hepsi bir düzgün ötelenme hareketiyle sürükleniyorsa, aynı yönlü olan ve birbirini çeken iki paralel akıma denk bulunurlar.

Bu elektrodinamik çekim, elektrostatik itmeden çıkarılınca, tekmi itme, iki cismin sükûnette olduğu hale nazaran daha küçük bulunur. Fakat bu itmeyi ölçmek için, kendisini başka bir kuvvetle denge de tutacağımızdan ve bütün bu başka kuvvetler de aynı oranda küçülmüş olduklarından, biz hiçbir şeyin farkında olmayacağız.

Böylece işler düzelmiş gibi görünüyor, fakat acaba bütün bu şüpheler dağılmış mıdır? Eğer ışık verici olmıyan ve dolayisiyle yayılma hızı ışık hızından farklı bulunan işaretlerle haberleşilseydi, durum ne olacaktı? Saatler optik yollarla ayarlandıktan sonra, ayarlanma bu yeni işaretlerle gerçeklenmek istenseydi, iki istasyonun müsterek ötelenmesini belirten ayrıklar göze çarpacaktı. Eğer, Laplace gibi, evrensel çekimin ışıktan bir milyon kere daha büyük bir hızla yayıldığı kabul edilirse, bu gibi işaret vermeler akla sığmıyan şeyler midir?

Demek oluyor ki izafiyet prensibi şu son zamanlarda kahramanca müdafa edilmiştir, fakat bizzat müdafaada gösterilen bu enerji hücumun ne kadar ciddi olduğunu ispat ediyor.

Newton prensibi — Şimdi etkinin tepkiye eşitliliğine dair Newton prensibinden bahsedelim. Bu prensip, izafiyet prensibine içten bağlıdır ve öyle görünüyorki birinin düşmesi ötekini de düşmesini gerektirecektir. O halde burada da aynı zorluklarla karşılaşmamıza hiç şaşmamalıyız.

Yeni teorilerin bu prensibi hesaba katmak istediklerini evvelce söylemiştim.

Lorentz teorisine göre, elektrik olayları, elektron denen ve esir dediğimiz ortamın içine batmış bulunan yüklü küçük taneciklerin yer değiştirmesinden doğmaktadır. Bu

elektronların hareketleri, etraftaki esirde tegayyürler husule getirir; bu tegayyürler ışığın hızına eşit bir hızla her yöne yayılır, neticede önce sükûnet halinde olan diğer elektronlar da, tegayyür kendilerini çevreleyen esîre erişince, titreşime başlarlar. Demek oluyor ki elektronlar birbiri üzerine tesir yapar, fakat bu tesir doğrudan doğruya değildir, esîrin aracılığıyla olur. Bu şartlar içinde, hiç olmazsa maddenin yani elektronların hareketlerini hesaba katan, fakat göziyle göremediği esir hareketinin cabili bulunan bir gözlemci için, etki ile tepki arasında denkleşme olabilir mi? Tabîî hayır. Denkleşme tam olsa bile zamandaş olamaz. Tegayyür sınırlı bir hızla yayılır; o halde ikinci elektrona eriştiği zaman birincisi çoktan sükûnet haline girmiş bulunur. Demek oluyor ki bu ikinci elektron, biraz gecikme ile, birincinin tesirine mâruz kalacaktır, fakat muhakkak ki kendisi de birinci üzerine tesir yapamayacaktır, çünkü bu birinci elektron etrafında her şey sakindir.

Olayların analizi, fikirlerimizi daha fazla belginleştirmeye müsaade edecektir. Meselâ telsiz telgrafta kullanılanlara benzer bir Hertz eksitatorü tasavvur edelim. Bu alet bütün yönlere enerji gönderir; fakat biz, Hertz'in küçük eksitatorleriyle yaptığı gibi elde edilen bütün enerjiyi bir tek doğrultuda göndermek maksadiyle, aleti bir parabolik

ayna ile teçhiz edebiliriz. O zaman, teoriye göre ne olur? Alet, sanki kendisi bir top ve gönderdiği enerji bir mermi imiş gibi, geri teper; bu ise Newton prensibine aykırı düşer. Zira oradaki merminin kütlesi yoktur, o madde değil enerjidir. Nitekim bir reflektör taşıyan bir deniz feneri için de durum böyledir; çünkü ışık, elektromanyetik alanın bir çeşit tegayyüründen başka bir şey değildir. Bu fener de, sanki yolladığı ışık bir mermi imiş gibi, geri tepmelidir. Bu gerilemeyi doğuran kuvvet acaba nedir? O, Maxwell-Bartholdi basıncı adını taşıyan şeydir; bu kemmiyet çok küçüktür ve kendisini en duyarlı radyometreler yardımıyla bile meydana çıkarmakta zorluk çekilmiştir; fakat böyle bir basıncın varolması bize yeter.

Eğer eksitatörümüzden çıkan bütün enerji bir alıcıya varacak olursa, bu alet tıpkı bir mekanik darbeye mâruz kalmış gibi davranacak, bir mânada eksitatörün gerilemesini denkleştirmiş olacaktır; tepki etkiye eşit olacak, fakat onunla zamandaş olmayacaktır, tam eksitatörün gerilediği anda alıcı ilerleyecektir. Eğer enerji bir alıcıya raslamaksızın sonsuza kadar yayılacak olursa, denkleştirme hiçbir zaman vukua gelmeyecektir.

Buna karşı eksitatörü alıcıdan ayıran ve elektromanyetik tegayyür tarafından katedilen uzayın boş olmadığı, onun sadece estirle değil, hava ile dolu olduğu; yıldızlar

arası uzayların bile narin, fakat yine tartılabilen bir akışkanla dolu olduğu söylenecek midir? Bu maddenin enerji kendisine erişir erişmez tıpkı alıcı gibi darbenin tesiri altında kalacağı ve tegayyür uzaklaşınca kendisinin de geriliyeceği öne sürülebilir mi? Böyle bir şey Newton prensipini kurtarırdı, fakat doğru değildir; eğer enerji yayılırken daima maddi bir cevhere bağlı kalsaydı, hareket halinde olan madde ışığı beraberinde götürecekti, halbuki Fizeau, hiç olmazsa hava için bunun böyle olmadığını ispat etmiştir. O zamandan beri Morley ile Michelson da bunu doğrulamışlardır. Asıl madde hareketlerinin esir hareketleriyle tam olarak denkleştirildiği de varsayılabilir, fakat bu bizi deminkilerle aynı düşüncelere götürürdü. Bu tarzda anlaşılan prensip her şeyi izah edebilecektir, çünkü göze görünen hareketler ne olursa olsun, daima bunları denkleştirecek hipotetik hareketler tahayyül etmek elimizdedir. Ancak, her şeyi izah edebilen bir prensip, hiçbir şeyi önceden tahmin ettirmeye elverişli değildir, her şeyi daha evvelden izah ettiği için mümkün olan çeşitli hipotezler arasında bir seçim yapmamıza müsaade etmez. O halde böyle bir prensip faydasızdır.

Sonra esirin hareketleri hakkında yapılması gereken hipotezler da pek tatmin edici değildir. Eğer elektrik yükleri iki misli olursa, çeşitli esir atomlarının hızla-

rının da iki misline çıkacağını düşünmek tabiidir. o zaman denkleşme olması için, esirin ortalama hızı dört misline çıkmalıdır.

İşte bundan dolayı, teorinin Newton prensipine aykırı olan bu sonuçlarının bir gün terkedileceğini düşünmüştüm. Bununla beraber radyumdan çıkan elektronların hareketleri üzerine yapılan yeni deneyler bu sonuçları teyit eder gibi görünüyor.

Lavoisier prensipi — Şimdi kütlelerin sakımına dair Lavoisier prensipine geliyorum. Şüphesiz ki bu, mekaniği sarsmakzının kendisine dokunulamıyacak olan prensiptir. Şimdi ise bazıları, mekanikte ancak orta hızlar gözününe alındığı için bu prensipin bize doğru geldiğini, ışığın hızıyla mukayese edilebilen bir hıza sahip cisimler için onun artık doğru olmayacağını ileri sürüyorlar. Halbuki bu hızlar şimdi hemen hemen gerçekleşmiş bulunuyor; katod ışınlarıyla radyum ışınlarının, şüphesiz hızları ışığınkenden küçük olan fakat onun onda birine yahut üçte birine varabilen çok ufak zerrelere yahut elektronlardan teşekkül ettiği sanılıyor.

Bu ışınlar gerek bir elektrik alanıyla, gerekse manyetik bir alan yardımıyla sapdırılabilirler, bu sapmaların mukayesesi ile elektronların hem hızı, hem de kütlesi (yahut daha doğrusu kütlenin elektrik yüküne oranı) ölçülebilir. Fakat bu hızlar ışık hızına yaklaştıkça bir düzeltmenin zorunlu olduğu farkedilmiştir. Elektrikli

olan bu moleküller, esîri sarsmaksızın yer değiştirmezler; onları harekete getirmek için, iki katlı bir atalete karşı, hem molekülün hem de esîrin ataletine karşı, galebe çalmak lâzımdır. O halde ölçülen tekml kütle yahut görünen kütle iki kısımdan terekküp eder; molekülün gerçek yahut mekanik kütlesi, esîr ataletini bildiren elektrodinamik kütle.

Bundan sonra Abraham'ın hesapları ile Kauffmann'ın deneyleri göstermiştir ki asıl mekanik kütle sıtırdır ve elektronların kütlesi, veya hiç olmazsa negatif elektronların kütlesi, sadece elektrodinamik menşelidir. İşte bu, bizi kütleinin tarifini değiştirmek zorunda bırakıyor; artık mekanik kütle ile elektrodinamik kütleiyi ayırdedemeyiz, çünkü bunu yaparsak birincisi ortadan kalkacaktır; elektrodinamik ataletten başka kütle yoktur; fakat bu halde kütle sabit olamaz, hızla beraber artar; hattâ kütle doğrultuya da tabi olur, meselâ oldukça büyük bir hızla hareket eden bir cisim, kendisini yolundan saptırmak istiyen kuvvetlerle, hareketini hızlandırmıya veya geciktirmiyen çalışan kuvvetlere aynı ataletle karşı koymıyacaktır.

Elde bir çare daha var: cisimlerin en son basit elemanları elektronlardır, bunların bir kısmı negatif yüklüdür, diğerleri ise pozitif yüklüdür. Negatif elektronların kütlesi yoktur, doğru; fakat pozitif elektonlar, hakla-

rında pek az şey bilinmekle beraber, çok daha büyük görünürler. Belki de onların elektrodinamik kütlerden başka hakiki bir mekanik kütlesi de vardır. O zaman bir cismin hakiki kütlesi, pozitif elektronların mekanik kütleleri toplamı olacak, negatif elektronlar sayılmıyacaktır; böylece tarif edilen kütle sabit olabilir.

Heyhat! Bu çare de elimizden gidiyor. İzafiyet prensipi hakkında söylediklerimizi ve bu prensipi kurtarmak için sarfedilen gayretleri hatırlıyalım. Fakat söz konusu olan sadece bir prensibi kurtarmak değil, Michelson deneyinin hiç şüphe götürmiyen sonuçlarını da kurtarmaktır. İşte, yukarıda gördüğümüz gibi, bu sonuçları açıklamak maksadiyle, Lorentz, menşeleri ne olursa olsun bütün kuvvetlerin düzgün bir ötelenme ile hareket eden bir ortam içinde aynı oranda küçültüklerini varsaymak zorunda kalmıştı; bu kadarı kâfi değildir, bunun gerçek kuvvetler için sağlanması yetmez, atalet kuvvetleri için de durumun aynı olması lâzımdır; o halde, diyor Lorentz, *bütün zerrelerin kütlelerinin, elektronların elektromanyetik kütleleriyle aynı derece ve nispette, ötelenmenin tesiri altında kalmış olması gereklidir.*

Böylece mekanik kütlelerin elektromanyetik kütlelerle aynı kanunlara uyarak değişmesi lâzım geliyor; yani onlar da sabit kalamıyor.

Lavoisier prensibinin düşmesiyle Newton prensibinin de yıkılacağını söylemeye bilmem lüzum var mı? Bu sonuncusu, tecrit edilmiş bir sistemin ağırlık merkezinin bir doğru üzerinde hareket ettiği mânasına gelir; fakat artık sabit kütle diye bir şey yoksa, ağırlık merkezi diye de bir şey yoktur, hattâ bunun ne olduğu bile bilinmiyor demektir. İşte bundan dolayı yukarıda, katod ışınları üzerinde yapılan deneylerin, Lorentz'in Newton prensibi hakkında duyduğu şüpheleri haklı gösterdiğini söyledim.

Eğer bu sonuçlar deneye gerçekleşirlerse, kendilerinden yapıyen bir mekanik çıkacak ve bu mekanığın başlıca karakterini, hiçbir hızın ışık* hızını aşamaması teşkil edecektir, nasıl ki hiçbir sıcaklık da mutlak sıfırın altına düşemezdi. Kendisi farkında olmaksızın bir ötelenme hareketiyle giden bir gözlemci için de, hiçbir görünen hız ışık hızını aşamaz; bu gözlemcinin sabit bir gözlemci ile aynı saatleri kullanmayacağı, fakat «mahallî zaman»ı gösteren saatler kullanacağı hatırlanmayacak olursa, bu hal bir çelişme teşkil edecektir.

O zaman bir soru karşımıza çıkıyor, ki sadece ortaya koymakla kanaat edeceğim. Artık kütle diye bir şey yoksa Newton kanunu ne olacaktır?

* Zira cisimler, hareketlerini hızlandırmaya çalışan sebeplere, artan bir ataletle karşı koyacaklardır; ışık hızına doğru yaklaştıkça bu atalet sonsuz büyüyecektir.

Kütle iki şekilde görünüyordu: O hem bir atalet katsayısı idi, hem de Newton çekimine bir çarpan olarak girmiş çekici bir kütleydi. Eğer atalet katsayısı sabit değilse, çekici kütle sabit olabilecek midir? İşte mesele budur.

Mayer prensipi — Hiç olmazsa elimizde enerjinin sakımı prensipi kalıyor ve bu prensip bize hepsinden sağlam görünüyordu. Onun da itibardan düşmüş olduğunu size hatırlatmama lüzum var mı? Olay evvelkilerin hepsinden daha fazla gürültü yapmıştır ve hâlâ hatırlardadır. Daha Becquerel'in ilk çalışmalarından beri ve bilhassa Curie'ler radyomu keşfeder etmez, her radyoaktif cismin tükenmez bir ısınım kaynağı olduğu görülmüştür. Böyle bir cismin faaliyeti, hiç değişikliğe uğarmadan, aylarca ve yıllarca sürüp gideceğe benziyordu. Bu kadarı bile prensiplere huzursuzluk vermiye yeterdi; gerçekten bu ısınımlar enerjiden başka bir şey değildi, aynı bir radyum parçasından durmadan enerji çıkıyordu. Fakat bu enerji miktarları ölçülemiyecek kadar küçüktü; hiç olmazsa durumun böyle olduğu sanılıyor ve fazla endişe gösterilmiyordu.

Fakat Curie radyomu bir kalorimetre içine koymayı düşünür düşünmez sahne değişti; durmadan yaratılan ısı miktarının çok önemli olduğu görüldü.

Birçok izah şekilleri öne sürüldü; an-

cak, bu gibi konularda bolluğun zararlı olmadığı söylenemez; bu izah şekillerinden biri ötekilerine galebe etmedikçe, hiç birinin iyiliğine emniyet getiremeyiz. Böyle olmakla beraber birkaç zamandan beri bu izahlardan bir tanesi üstün geleceğe benziyor ve mâkul bir sınır dahilinde esrarın anahtarını elimizde tuttuğumuzu ümit edebiliriz.

Sir W. Ramsay, radyumun dönüştüğünü, muazzam olan fakat tükenmez olunan bir enerji deposuna sahip bulunduğunu göstermiye çalışmıştır. Bu takdirde radyumun dönüşmesiyle, bilinen bütün dönüşümlerden bir milyon kere fazla ısı elde olunacaktır; radyum parçası 1250 yılda tükenecektir. Bu ise az değildir, görülüyor ki bu nokta üzerinde iyice emniyet hâsıl etmek için birkaç yüzyıl beklemek gerekecektir! Biz beklie duralım, şüphelerimiz olduğu gibi kalmaktadır.

BÖLÜM IX

Matematiksel Fizik'in Geleceği

Premsipler ve Deney — Bu kadar enkaz ortasında ayakta kalan nedir? En küçük etki prensipine şimdiye kadar dokunulmamıştır ve Larmor, onun ötekilerinden çok daha uzun ömürlü olacağını zannediyor. Aslında bu prensip diğerlerinden de daha müphem ve daha geneldir.

Prensiplerin bu genel çözülüşü karşısında acaba matematiksel fizik nasıl bir tavır takınacaktır? Bir kere, fazla heyecana kapılmadan önce, bütün bu çözülüşün bir hakikat olup olmadığını soruşturmak yerinde olur. Bütün bu prensiplere karşı geliş ancak sonsuz küçüklerde raslanıyor; Brown hareketini görmek için mikroskop lâzımdır; elektronlar pek hafiftir; radyum ise çok nadirdir ve ancak birkaç miligramı elde bulundurulabiliyor; böyle olunca, görülen sonsuz küçüğün yanında görülmiyen ve birinciye denge ağırlığı hizmetini gören başka bir sonsuz küçüğün bulunup bulunmadığı soruşturulabilir.

O halde ortada esas sorudan önce gelen bir soru vardır, ve öyle görünüyor ki bunu ancak deney çözebilir. Demek oluyor ki me-

seleyi deneycilere bırakmalıyız, ve onlar münakaşayı kesin şekilde kestirip atıncıya kadar bu gibi endişe verici problemlerle meşgul olmamalı, sanki prensipler hâlâ itiraz kabul etmez şeylermiş gibi rahatça çalışmamıza devam etmeliyiz. Prensiplerin emniyetle tatbik edilebildiği alandan çıkmaksızın yapacağımız pek çok şey vardır; şu şüphe devresinde bile faaliyetimizi sarfedecek birçok konuya sahip bulunuyoruz.

Analizcinin rolü — Acaba bilimi bu şüphelerden kurtarmak için hiçbir şey yapamıyacağımız doğru mudur? Şunu söylemek lâzımdır ki bu şüpheleri doğuran yalnız deneî fizik olmamıştır, matematiksel fiziğin de bunda payı vardır. Radyumun enerji yaydığını görenler deneycilerdir, fakat ışığın hareket halinde bulunan bir ortam içinde yayılmasıyla meydana çıkan bütün zorlukları teoriler belirtmiştir; onlar olmasaydı, belki de kimsenin bundan haberi olmayacaktı. Bizi zor bir duruma düşürmek için ellerinden geleni yapanların, bu durumdan kurtulmamıza yardım etmeleri uygun olur.

Şimdi onların önünüzde taslağını çizdiğim bütün bu yeni görüşleri tenkit mihengi-ne vurmaları ve prensipleri kurtarmak için asîl bir gayret sarf etmedikçe bunları terk etmemeleri gerekiyor. Bu yönde ellerinden ne gelebilir? İşte şimdi bunu açıklamaya çalışacağım.

Her şeyden önce, hareket halinde olan cisimlerin elektrodinamiği hakkında daha tatmin edici bir teori bulmak söz konusudur. Yukarıda yeteri kadar göstermiş olduğum gibi, zorluklar bilhassa bu noktada toplanmaktadır; ne kadar çok hipotez yaparsak yapalım bütün prensiplerin hepsini birden gerçekleştirmeye imkân yoktur; bu ana kadar hipotezlerden ancak bir kısmı feda edilmek suretiyle bir kısmına uyulabilmiştir; fakat daha iyi sonuçlar elde etmek ümidi henüz kaybolmamıştır. Meselâ Lorentz teorisini ele alalım, onu bütün yönlerde evirip çevirelim; onu yavaş yavaş değiştirelim, belki de işler düzelecektir.

Meselâ hareket halinde olan cisimlerin hareket yönünde bir kasılmaya uğradıklarını, cisimlerin tabiatı ve üzerlerine tesir eden kuvvetler ne olursa olsun bu kasılmanın daima aynı olduğunu varsayacak yerde, daha basit ve daha tabii bir hipotez yapılamaz mı? Sözgelimi esir, kendisine nüfuz eden maddi ortama göre hareket halinde olduğu zaman, bu esirin değişikliğe uğradığı ve böylece değiştikten sonra da tegayyürleri artık bütün yönlerde aynı hızla nakletmediği tasavvur edilebilirdi. Bu takdirde esir, gerek ortamın hareketine aynı yönde paralel, gerekse aykırı yönde paralel olarak yayılan tegayyürleri daha fazla hızla, dik olarak yayılanları da daha az hızla nakledecekti. O zaman dalga yüzeyleri küre değil elipsoid

olurdu, böylece bütün cisimlerin olansüti kasılması bir kenara bırakılmış olurdu.

Bunu ancak bir misal olarak zikrediyorum. Zira denenmesi mümkün olan değişiklikler sayısı tabii sonsuzdur.

Sapınç ve astronomi — Birgün astronominin bu nokta üzerinde bize veriler sunması mümkündür; zaten ışık sapıncı olayını bize bildirmekle meseleyi ortaya atan da o olmuştur. Eğer sapınç teorisi dobra dobraya yapılırsa çok tuhaf bir sonuca varılır. Yıldızların görünüşteki durumları, yerin hareketinden ötürü, gerçek durumlarından farklıdır ve bu hareket değiştiği için, görünen durumlar da değişir. Biz gerçek durumu bilemeyiz, fakat görünen durumun değişikliklerini gözleyebiliriz. O halde sapınç gözlemleri bize yerin hareketini değil, bu hareketin değişikliklerini gösterir, dolayısıyla bu gözlemler bize yerin mutlak hareketini öğretemez.

Bu, hiç olmazsa ilk yaklaşıklık derecesi için doğrudur, fakat saniyelerin binde biri takdir edilebilseydi durum böyle olmazdı. O zaman salınım genliğinin yalnızca hareket değişmesine değil (bu değişiklik iyice bellidir, zira küremizin kendi elips yörüngesi üzerindeki hareketidir), bu hareketin ortalama değerine de tabi olduğu görülecekti, öyle ki sapınç sabiti bütün yıldızlar için aynı olmayacak, bazı farklar yerin uzak

içinde mutlak hareketini bize tanıtacaktı.

Bu ise, başka bir şekliyle izafeyet prensipinin iflâsı demek olurdu. Gerçi biz saniyenin binde birini takdir edebilmekten uzak bulunuyoruz. Fakat, diyor bazıları, belki de yerin mutlak hızı Güneşe göre alınan hızından çok daha büyüktür; sözgelimi bu hız saniyede 30 kilometre yerine 300 olsaydı, olayın gözlenebilir olmasına bu kadarı yeterdi.

Zannıma kalırsa böyle düşünmekle sapınç hakkında aşırı derecede basit bir teori kabul edilmiş oluyor; evvelce söylemiş olduğum gibi, Michelson, fizik metotlarının mutlak hareketi meydana çıkarmakta âciz olduğunu göstermiştir; ben, şahsan belginlik derecesi ne kadar ileri götürülürse götürülsün, astronomi metotlarıyla de böyle olacağına kani bulunuyorum.

Fakat ne de olsa astronominin bu yönünde bize temin ettiği veriler, birgün fizikçi için kıymetli olacaktır. Neticenin ne olacağını beklemekle beraber, öyle sanıyorum ki, Michelson deneyini hatırdan çıkarmıyan teorikiler, menfi bir sonuçla karşılaşacaklardır, onlar bu hali peşinen açıklıyan bir sapınç teorisi kurarlarsa faydalı bir eser vücuda getirmiş olurlar.

Elektronlar ve tayflar — Elektronlar dinamiği birçok bakımlardan ele alınabilir, fakat ona götüren yollar arasında bir tanesi vardır ki şimdiye kadar ihmal edilmiş olmakla

beraber, bize en çok sürpriz vadedenlerden biridir. Emisyon tayfalarını elektronların hareketleri hâsıl etmektedir; bunun delili Zeeman olayıdır; akkor haline gelmiş bir cisimde, titreşen şey mıknatısa karşı duyarlıdır, dolayısıyla elektrikli demektir. Bu, birinci önemli noktadır, fakat henüz daha ileri gidilmiş değildir; niçin tayf çizgileri düzgün bir kanun dairesinde dağıtılmış bulunuyorlar? Bu kanunlar deneyçiler tarafından en küçük ayrıntılarına kadar incelenmiştir; hepsi son derece belgin ve nispeten sadedir. Bu dağıtılışın ilk incelenmesi akustikte raslanan harmonikleri hatırlatıyor; fakat aradaki fark büyüktür; sadece titreşimler sayısı aynı bir sayının ardıl tam katları olmakla kalmıyor, birçok matematiksel fizik problemlerinin bizi sevkettiği o transsandanı denklemlerin köklerini andırır bir şeye de raslamıyoruz. Halbuki herhangi bir şekilde olan esnek bir cismin titreşimlerinde, herhangi bir şekle sahip olan bir eksitator içindeki Hertz salınımlarında, katı bir cismin soğumasına ait Fourier probleminde bu gibi denklemler bulmuştuk.

Gerçi kanunlar daha sadedir, fakat tabiatları bambaşkadır. Meselâ bu farklardan birini söyleyelim: yüksek mertebeden harmonikler için titreşimler sayısı sonsuz artacak yerde, sınırlı bir limite doğru varır.

Bu nokta henüz açıklamış değildir, ve zannederim ki tabiatın en önemli sırlarından biri bundadır. Japon fizikçisi, B. Nagaoka, yakın zamanlarda bir izah şekli ileri sürmüştür; ona göre, atomlar iri bir pozitif elektronla bunu çevreleyen ve pek çok sayıda çok küçük negatif elektronlardan teşekkül eden bir halkadan ibarettir. Yani atomlar tıpkı Satürn gezegenini andırır. Bu, çok ilgi uyandırıcı bir teşebbüstür, fakat henüz tamamen tatmin edici değildir; bu gibi teşebbüsleri yenilemek lâzımdır. Âdetâ maddenin mahremiyeti içine girmek üzereyiz. Bugün bizi meşgul eden özel görüş noktasından, akkor halindeki cisimlerin titreşimlerinin niçin bayağı esnek titreşimlerden farklı olduklarını bildiğimiz, niçin elektronların alışkın olduğumuz madde gibi davranmadığını öğrendiğimiz gün, elektronlar dinamiğini daha iyi anlayacağız. Belki de ozaman bu dinamiği prensiplerle uzlaştırmak daha kolay olacaktır.

Deney karşısında itibarlar — şimdi bütün bu gayretlerin muvaffak olmadığını varsayalım. Gerçi her şeyi hesaba kattıktan sonra, böyle olacağına ben de inanmıyorum, fakat varsayalım ki durum böyle olsun; o zaman ne yapmalı? Zedelenmiş olan prensipleri kendi elimizle tamire mi çalışmalı? Tabii bu her zaman için mümkündür, ve ben de yukarıda söylediğim sözlerin hiçbir-

ini geri almıyorum. Ama siz benimle çatışmak niyetinde olsaydınız, şöyle diyebilirdiniz: prensiplerin menşei deney olmakla beraber, artık birer itibar haline geldikleri için onların deneyden korkuları kalmadığını yazan siz değil misiniz? Şimdi ise, deneyin yaptığı en son fütuhatin bu prensipleri tehlikeye düşürdüğünü söylemiş bulunuyorsunuz.

Evet, evvelce öyle söylemekte haklıydım, bugünü de hataya düşmüş değilim. Evvelce haklıydım, şimdi olup bitenler bunun yeni bir delilidir. Söz gelimi Curie'nin radyum hakkındaki kalorimetre deneyini ele alalım. Bunu enerjinin sakımı prensibiyle uzlaştırmak mümkün müdür? Bu, birçok şekillerde denenmiştir; fakat aralarında bir tanesi var ki üzerine dikkatinizi çekmek isterim, o, bugün diğerlerine üstün olan bir izah şekli değildir, sadece ileri sürülenlerden bir tanesidir. Radyumun bir aracından başka bir şey olmadığı varsayılıyor. O, uzay içinde bütün yönlerde dolaşan, radyumdan başka cisimleri delip geçerken bir değişikliğe uğramayan, cisimler üzerine hiçbir tesir yapmayan meçhul mahiyetli birtakım ışınları içerisinde depo ediyor. Ancak radyum bu ışınlardan biraz enerji alabiliyor ve sonradan bunu çeşitli şekillerde bize iade ediyor.

Nekadar faydalı ve kullanışlı bir izah şekli! Bir kere onun gerçekleşmesine ve dolayısıyla reddedilmesine imkân yotur. Sonra bu izah

tarzı, Mayer prensipine aykırı düşen her şeyi telife yarayabilir; o sadece Curie'nin itirazına peşin cevap vermekle kalmıyor, gelecekteki deneycilerin ortaya atabileceği bütün itirazları da cevaplandırıyor.

Ben de zaten bunu söylemiştim, böylelikle prensipimizin deneyin vereceği zararlardan masun olduğu gösterilmiş oluyor.

Acaba prensipi ayakta tutmakla ne kazandık? Bundan sonra o neye yarayabilir? Falan veya tılân şartlar içinde, şu kadar enerji miktarı elde edeceğimizi kestirmeye yarıyacaktır; aynı prensip vaktiyle elimizi kolumuzu bağlıyordu; halbuki şimdi, hudutsuz bir enerji ihtiyatına sahip olduğumuz için, hiçbir şey bizi bağlı bulundurmuyor. Evvelce *Bilim ve Hipotez* 'de yazmış olduğum gibi, bir prensip verimli olmaktan çıkarsa, deney, doğrudan doğruya onu çürütmese dahi, mahkûm edebilir.

Geleceğin Matematiksel Fiziki. — O halde yapılması gereken şey bu değildir; binayı yeniden kurmamız lâzımgeliyor. En sonunda bu zarurete düşmüş olsak bile, yine kendimizi teselli edebiliriz. Bundan, bilimin ancak muvakkat yapılar kurabildiği ve çok geçmeden bunları kendi eliyle baştan aşağı yıkmak zorunda kaldığı, neticesini çıkarmamalıdır.

Size söylemiş olduğum gibi evvelce de buna benzer bir buhran geçirdik. İkinci

matematiksel fizikte, yani prensipler fiziğinde, birincinin yani merkezil kuvvetler fiziğinin izlerine raslandığını size göstermiştim; eğer üçüncü bir matematiksel fizik de idarak edeceksek, durum yine böyle olacaktır. Deri değiştiren hayvan, daha tazesini edinmek üzere, fazla dar gelen kabuğunu parçalasa dahi, yeni kabuğunda vaktiyle var olmuş bulunan organizmanın esas çizgileri kolaylıkla görülecektir.

Acaba hangi yönde yolumuzu genişleteceğiz, bunu önceden tahmin edemeyiz; kim bilir belki de gazların kinetik teorisi gelişecek ve ötekilerine model hizmeti görecektir. Bu takdirde ilk bakışta bize basit gibi görünen olaylar, sırt tesadüf kanunlarının aynı hedefe doğru yaklaştırdığı, pek çok sayıda elemanter olayların bileşkesinden başka bir şey olmayacaktır. O zaman fizik kanunu yepyeni bir manzara ile görünecektir; artık o, sadece bir diferansiyel denklem olmayacak, bir istatistik kanunu karakterini de taşıyacaktır.

Belki de, bugün ancak sezinlediğimiz yepyeni bir mekanik kurmak zorunda kalacağız, bunda atalet hızla beraber artacak ışık hızı da aşılmasına imkân bulunmıyan bir sınır olacaktır. Daha basit olan bayağı mekanik, ilk yaklaşıklık derecesinde, çok büyük olmıyan hızlar için doğru kalacaktır. Öyle ki yeni mekaniğin altında

yine eski mekanik varolacaktır. O zaman prensiplere inanmış olmaktan dolayı esefde duymıyacağız, hattâ eski formüller için çok büyük olan hızlar ancak birer istisna olacağından, pratikte en emini yine bu prensiplere inanmakta devam ediyor gibi görünmek olacaktır. Bu prensipler o kadar faydalıdır ki onlara bir yer ayırmak iyi olur. Onları büsbütün çıkarıp atmak, kendinimizi kıymetli bir silâhatan mahrum etmek demektir. Sözüme son verirken şunu da söyleyeyim ki henüz bu duruma gelmiş değiliz, prensiplerin bu savaşta galip çıkmıyacağını henüz hiçbir şey ispat edemez *

* Matematiksel fizik hakkındaki bu düşünceler Sain-Louis'ce verilen kanferanstan alınmıştır.

ÜÇÜNCÜ KISIM

Bilimin Objektif Değeri

BÖLÜM X

Bilim Yapma mıdır?

1. — *B. Leroy'nun felsefesi*

İşte insanı şüpheli yapan birçok sebepler. Acaba bu şüpheli sonuna kadar götürmeli miyiz, yoksa yolda durmalı mıyız? En çekici, en kolay yol sonuna kadar gitmektir. Deniz kazasında bir şeyler kurtmaktan ümidi kesen pek çok kimseler bu çözüm tarzını kabul etmişlerdir.

Bu meyilden ilham alan yazılar arasında, B. Leroy'nun yazdıklarına ön safta yer vermek uygun olur. Bu düşünür, sadece değerli bir filozof ve yazar değildir, kesin bilim ve izik bilimleri üzerinde derin bilgiye de sahiptir, hattâ kıymetli bir matematik icadı yetisine malik olduğunu göstermiştir.

Onun birçok tartışmalara yol açan doktrinini birkaç kelimede özetliyelim.

Bilim itibarla yapılmıştır ve görünürdeki kesinliğini de bu durum ve şartlara borçludur.

Bilim olayları, ve *daha kuvvetle* kanunlar, bilginin yapma eseridir; o halde bilim

bize hakikat hakkında hiçbirşey öğretemez; o, bize ancak faaliyet kaidesi hizmetini görebilir.

Bütün bunlarda adcılık ismiyle tanınan felsefe teorisi görülüyor; bu teoride her şey yanlış değildir; ona kendi meşru alanını bırakmalıdır, fakat buradan dışarı çıkmasına da müsaade etmemelidir.

Hepsi bu kadarla kalmıyor, B. Leroy doktrini sadece adcı değildir; onun hiç şüphesiz B. Bergson'un tesirine borçlu bulunduğu bir karakteri daha var: o, anti-entellektüalisttir. B. Leroy'a göre zekâ, dokunduğu her şeyin şeklini bozar. Bu, zekânın zaruri vasıtası olan «dil» hakkında da doğrudur. Ancak uçucu ve değişici olan izlenimlerimiz gerçektir, fakat bu gerçeklik bile kendisine dokunur dokunmaz yok olur.

Bununla beraber, B. Leroy bir şüpheli değildir; onun zekâyeye çare bulunamayacak kadar âciz göziyle bakması, meselâ kalb, duygu, içgüdü yahut inanç gibi öteki bilgi kaynaklarına daha geniş pay ayırmak içindir.

B. Leroy'nın hünerine karşı duyduğum saygı ne olursa olsun, bu tezin inceliği neden ibaret olursa bulunsun, onu baştan aşağı kabul edemiyeceğim. Gerçi birçok noktalar üzerinde B. Leroy ile aynı fikirdeyim, hattâ kendisi görüş tarzını desteklemek için, eserlerimden birçok parçalar

zikretmiştir, benim de bunların doğruluğunu reddetmeye hiç niyetim yoktur. Bütün bunlar, kendisini niçin sonuna kadar takip edemeyeceğimi izaha beni daha fazla mecbur ediyor.

B. Leroy şüphecilikle suçlandırılmaktan sık sık şikâyet ediyor. Bu suçlandırmanın haksız olması muhtemel bulunmakla beraber başka türlü olamazdı. Görünüşler kendisine karşı değil midir?

Doktrin bakımından adcı, kalben realist olan B. Leroy, mutlak adcılıktan ancak ümitsiz bir imanla kendini kurtarmış gibi görünüyor.

Aslında, anti-entellektüalist felsefe, analizi ve «dil» i inkâr etmekle, kendi kendisini insandan insana nakledilemez olmaya mahkûm ediyor. O esas itibarlariyle içe ait bir felsefedir, olsa olsa ondan ancak ret ve inkârlar intikal edebilir. Böyle olunca dışardan birine onun şüphecilik şeklinde görünmesine nasıl hayret etmeli?

Bu felsefenin zayıf noktası buradadır; kendi kendisine sadık kalmayı isteyince, kudretini bir inkâr ve bir meserret feryadında harcıyor. Her yazar, bu inkârı ve bu feryadı içerisine bir şey ilâve etmeksiz tekrar edebilir, şeklini değiştirebilir.

Acaba susmakla daha mantıklı hareket etmiş olmaz mı? Meselâ uzun makaleler yazdınız, bunun için birtakım kelimeler

kullanmanız lâzımgeldi. Böylelikle, hiç felsefe yapmaksızın basit şekilde yaşayan hayvandan daha fazla «gidimli» ve dolayısıyla hayat ve hakikatten daha fazla uzak olmuş sayılmaz mısınız? Acaba asıl filozof bu hayvanın kendisi değil midir?

Bununla beraber, hiçbir ressam aslına tamamen benzeyen bir protre yapamıyor diye, en iyi ressamlığın hiç resim yapmamak olduğuna hükmetmeli miyiz? Bir zoolog bir hayvanı teşrih ettiği zaman, muhakkak ki onun şeklini bozar. Gerçi hayvanı böyle teşrih etmekle hiçbir zaman onun bütününü anlıyamamıza mahkûm olmaktadır; fakat teşrih yapmasaydı, bu sefer hiçbir şey öğrenmemeye ve dolayısıyla hiçbir şey söylememeye mahkûm olacaktı.

Şüphesiz insanda zekâdan başka kuvvetler vardır, kimse bunu inkâar edecek kadar deli değildir. Bu kör kuvvetleri önüne gelen kullanır, veya serbest bırakır; filozof onlardan bahsetmelidir; bahsetmek için de, onlar hakkında az da olsa bir şeyler bilmelidir, dolayısıyla bu kuvvetlerin nasıl tesir ettiğine bakmalıdır. Amma nasıl? Hangi gözlerle?

Yoksa kendi zekâsı ile mi? Kalb, içgüdü, zekâyı rehberlik edebilir. Fakat onu lüzumsuz kılamaz; onlar bakışı idare edebilir fakat gözün yerini tutamaz. Kalb iççidir, zekâ da onun aletidir: bu kabul edilebilir. Ancak, zekâ, faaliyet için olmasa bile felsefe

yapmak için kendisinden geçilemeyen bir âlettir. İşte bundan dolayı, tam mânasiyle anti-entellektüalist bir felsefe imkânsızdır. Belki faaliyetin zekâdan önce olduğu sonucuna varacağız; fakat bu sonuca varan da yine zekânımız olacaktır; faaliyeti öne geçirmekle zekâ, âdeta düşünen sazın üstünlüğünü muhafaza edecektir. Bu kadarı bile azımsanmıyacak bir üstünlüktür.

Bu kısa düşünceler ve onların soruya ancak temas edecek kadar az oluşu bana bağışlansın. Burada ele almak istediğim konu, entellektüalizmin müdafaasını yapmak değildir. Ben bilimden bahsetmek istiyorum, o zaman hiç şüpheye yer yoktur: bilim, bir tarif olarak, ya entellektüalist olacak veya varolmıyacaktır. Asıl bilinmesi gereken şey de onun var olup olmyacağıdır.

2 — *Bilim, faaliyet kuralı*

B. Leroy'ya göre bilim bir faaliyet kuralından başka bir şey değildir. Biz bir şey bilmekten âciziz, bununla beraber yola çıkmış bulunuyoruz. Faaliyette bulunmalıyız, bunun için de kendimize gelişigüzel kurallar tesbit etmişiz. İşte bu kurallar topluluğuna bilim deniyor.

Nitekim insanlar, eğlenme arzusuyle, meselâ tavla oyununda olduğu gibi, birtakım oyun kuralları tesis etmişlerdir. Bu kurallar, bilimdekinden daha iyi şekilde, bütün

insanların muvaffakatine dayanabilir. Yine bunun gibi, seçemiycek halde olan fakat seçmek zorunda bulunan insan, bir ufak parayı havaya atarak yazı mı tura mı yapar.

Tavla kuralı gerçekten tıpkı bilim gibi bir faaliyet kuralıdır, fakat acaba mukayesenin tam olduğu mu sanılıyor, aradaki fark görülüyor mu? Onun kuralları keyfe göre alınmış itibarlardır, bunların aksi olan itibarlar kabul edilseydi, *eskisinden daha fena yapılmış olmazdı*. Halbuki tersine, bilim, hiç olmazsa genel hallerde, muvaffak olan bir faaliyet kuralıdır, bunun aksi olan kural muvaffak olmıyacaktı.

Eğer, hidrojen elde etmek için çinko üzerine bir asit tesir ettiriniz dersem, muvaffak olan bir kural ifade etmiş olurum; altın üzerine arık su tesir ettiriniz de diyebilirdim; bu da yine bir kural sayılırdı, yalnız böyle bir kural muvaffak olmazdı.

Demek oluyor ki, bilim «reçeteleri» nin faaliyet kuralı olarak bir değeri varsa bu, hiç olmazsa genel hallerde, onların muvaffak olduğunu bilmemizdendir. Fakat bunu bilmek dahi bir şeyler bilmek demektir, o halde nasıl oluyor da bizim bir şey bilemiyeceğimizi söylüyorsunuz ?

Bilim önceden tahmin ettirir, ve bunun içindir ki faaliyet kuralı hizmetini görebilir. Gerçi onun yaptığı tahminlerin çok defa olaylar tarafından yalanlandığını ben de

biliyorum; bu hal, bilimin, kusurlu olduğunu, ispat eder; eğer bilimin daima böyle kusurlu olacağını sözlerime ilâve edersem, muhakkak ki hiçbir zaman yalanlanmıyacak bir tahminde bulunmuş olurum. Şurası da muhakkaktır ki bilgin istikbal hakkında gelişigüzel söz söyleyen kâhinden daha az yanılacaktır. Öte yandan ilerleme yavaş fakat sürekli, öyle ki bilginler, gittikçe daha fazla cüretli olmakla beraber, daha az aldanmaktadırlar. Bilim için bu azdır. fakat yeter.

B. Leroy bir yerde, bilimin sanıldığından daha sık aldandığını söylemiştir, bunu biliyorum. Ona göre, kuyruklu yıldızlar çok defa astronomlara fena oyunlar oynamaktadır; bilginler birer insan oldukları için, başarısızlıklarından bahsetmeye pek istekli değildirler, yoksa onları anlatmış olsalardı, mağlûbiyetler sayısının zaferler sayısından daha fazla olduğu görülecekti.

Bunu söylediği gün, B. Leroy, şüphesiz kendi düşüncesi hududunu aşmış oluyor. Eğer bilim muvaffak olmasaydı, faaliyet kurak hizmetini de göremezdi; o zaman bilimin kıymeti nereden çıkacaktı? Onun «yaşanmış olmasından» yani bilimi sevmemizden ve kendisine inanışımızdan mı? Alşimistlerin elinde altın yapmak için reçeteler vardı, kendileri bu reçeteleri seviyor, onlara inanıyorlardı, böyle olmakla beraber

bizim inancımız daha az kuvvetli olduğu halde, bizim bulduğumuz reçetler daha iyi çıkmıştır, çünkü muvaffak olmuşlardır.

Şu ikilemeden kurtulmaya imkân yoktur: ya bilim bir olayı önceden tahmin ettirmeye elverişli değildir, o zaman kendisi de bir faaliyet kuralı olarak değersizdir; yahut az çok kusurlu bir şekilde önceden tahmine elverişlidir, o zaman da bilgi vasıtası olarak değersiz değildir.

Hattâ bilimin gayesinin faaliyet olduğu da söylenemez; Sirius yıldızı üzerine belki de hiçbir zaman tesir yapamayacağımız bahanesiyle, bu yıldız hakkında yapılan tetkikleri mahkûm etmeli miyiz?

Bana kalırsa, aksine olarak, asıl gaye bilgidir, faaliyet bir vasıtaadır. Endüstrinin gelişmesinden haz duymaklığım, onun bilim avukatlarına kolay bir delil temin etmesinden değildir; endüstrinin bilhassa bilginе netfse itimat aşılmasında ve ona engin bir deney sahası sunmasındadır. Bu alanda bilgin, birtakım dürtüşlemelerle idare edilemeyecek kadar muazzam kuvvetlerle karşı karşıyadır. Bu satra olmasa, bilginin yeni birtakım skolâstik düşünceler serabına kapılarak yeryüzünü terketmeyeceğini, yahut rüyadan başka bir şey görmediğini sanarak ümitsizliğe düşmeyeceğini kim temin eder?

3. — *Ham olay ve bilim olayı*

B. Leroy'nın tezinde en fazla paradoksal

olan şey, *bilginin olayı yarattığını* söylemesidir; bu, aynı zamanda onun esas fikriydi ve üzerinde en çok münakaşa yürütülen bir noktaydı.

İhtimal ki, diyor, ham olayı yaratan bilgin değildir (zannederseniz böylece küçük bir imtiyazda bulunuyor); fakat bilim olayını yaratan her halde odur.

Ham olayla bilim olayının böyle ayırde-dilişi aslında bana haksız gibi görünmüyor. Ancak ben, bir kere, sınırın ne tam bir şekilde ne de kesin olarak çizilmiş olmamasından; sonra yazarın, bilimsel olmıyan ham olayın bilimin dışında kalacağını ima eder gibi görünmesinden şikâyetçiyim. Nihayet bilginin istediği gibi bilim olayını yarattığını kabul edemem, zira kendisini bunu kabule zorlayan şey ham olaydır.

B. Leroy tarafından verilen misaller beni çok hayrete düşürmüştür. Bunlardan birincisi atom kavramından alınmıştır. Olay örneği olarak atomun seçilmesi! İtiraf edeyim ki, bu seçim beni o kadar şaşırttı ki hakkında hiçbir şey söylememeyi tercih ediyorum. Her halde yazarın düşüncesini iyice anlamamış bulunuyorum, dolayısıyla onu verimli bir şekilde münakaşa edemiyeceğim.

İkinci misal bir tutulma olayıdır, bunda ham olay bir ışık ve gölge oyunundan ibarettir, fakat astronom beraberinde iki yabancı

eleman getirmeksizin buna müdahale edemez. Bunlar da bir sarkaçlı saat ve Newton kanunudur.

Nihayet B. Leroy yerin dönmesini zikrediyor; kendisine, bu bir olay değildir, cevabı verilmiştir; B. Leroy ısrar etmiştir: Yerin dönmesi, bunu tasdik eden Galile ve inkâr eden enkisizyoncu için birer olaydı, diyor. Her halde bu, şimdiye kadar konuştuklarımızla aynı sırada bir olay değildir, kendilerine aynı imsi vermek birçok karışıklıklara yol açmak olur.

Tutulma olayında şu dört mertebeyi ele alalım.

1° Hava kararıyor, der cahil adam.

2° Tutulma saat dokuzda oldu, der astronom.

3° Tutulma, Newton kanunlarına göre yapılmış cetvellerden çıkarılabilen saatte-vukubuldu, der yine astronom.

4° Olayın sebebi yerin güneş etrafında dönmesidir, der nihayet Galile.

Ham olayla bilim olayı arasındaki sınır acaba nerededir? İnsan B. Leroy'yu okuyunca bu sınırın birinci ve ikinci basamaklar arasında bulunduğu inanacağı geliyor, takat ikinci ile üçüncü arasında bundan daha uzun mesafenin, hele üçüncü ile dördüncü arasında bundan da daha uzun mesafenin bulunduğunu kim görmez?

Bu hususta belki bizi daha iyi aydınlatacak olan iki misal zikredeceğim.

Hareketli bir ayna yardımıyla ışıklı bir imgeyi yahut bir lekeyi taksimatlı bir cetvel üzerine iz düşüren bir galvanometerenin sapmalarını gözliyorum. Ham olay şudur: Lekenin cetvel üzerinde yer değiştirdiğinin görülmesi; bilim olayı da şudur : Devreden bir akımın geçmesi.

Yahu da şöyle bir misal verilebilir: bir deney yaptığım zaman, netice üzerinde bazı düzeltmelerde bulunmalıyım. Zira bir takım hatalar yaptığımı biliyorum. Bu hatalar iki çeşittir: Bazıları arızidir, ortalamaları alarak bunları düzeltirim; bir kısmı da sistemattir, bunları da ancak sebeplerini derin derin incelemek suretiyle düzeltebilirim. O zaman elde edilen ilk netice ham olaydır, düzeltmeler yapıldıktan sonra bulunan son netice ise bilim olaydır.

Bu son misal üzerinde düşününce, yukardaki misalde ele aldığımız ikinci basamağı da bölümlere ayırmaya sevk ediyoruz ve:

2. Tutulma saat dokuzda vutulbuldu, diyecek yerde şöyle diyoruz:

2a. Tutulma, saatim dokuzu gösterirken oldu,

2b. Saatim on dakika geciktiği için tutulma dokuzu on geç oldu.

Hepsi bu kadarla kalmıyor: birinci ba-

şamak da bölümlere ayrılmalıdır; o zaman bile bu iki bölüm arasındaki uzaklık en küçük uzaklık olmayacaktır; bir tutulmaya şahit olan kimsenin duyduğu karanlık izlenimi ile, bu izlenimin ondan kopardığı «hava kararıyor» hükmü arasında bir ayırdetme yapmak zorunludur. Bir mânada hakikî ham olay birincisidir, ikincisi daha o zamandan bir nevi bilim olayı sayılır.

Böyle mertebelerimizin sayısı şimdiden altıya çıkıyor. Bu rakamda durmamıza hiçbir sebep bulunmamakla beraber biz onunla kanaat edeceğiz.

İlk dikkatime çarpan şey şudur: altı basamktan birincisinde, olay, henüz tamamiyle ham olmakla beraber, âdeta ferdidir, mümkün olan bütün diğer olaylardan tamamen farklıdır. Daha ikinci basamağa geçer geçmez durumun böyle olmadığı görülüyor. Olayın ifadesi sonsuz sayıda başka olaya uygun gelebilir. Dil işe karışır karışmaz, izlenimlerimin taşıyabileceği sonsuz sayıda nüansı ifade etmek üzere, elimde ancak sınırlı sayıda terim bulunduruyorum. «Hava karanlıktır», dediğim zaman, bu, gerçi bir tutulmada hazır bulunurken duyduğum izlenimleri ifade etmektedir; fakat bizzat karanlıkta da birçok nüanslar tahayyül edilebilir, şayet fiilen gerçekleşmiş olan nüans yerine bundan az farklı bir nüans hususle gelmiş olsaydı, *bunu da* yine şöyle söyliyerek ifade ederdim: hava karanlıktır.

İkinci temih: ikinci basamakta dahi bir olayın ifadesi *ya doğru ya yanlış* olabilir. Her hangi bir önerme için durum böyle olmazdı ; eğer bu önerme bir itibarın ifadesi ise, kelimenin tam mânasiyle bu ifadenin *doğru* olduğu söylenemez, çünkü böyle bir önerme benim arzuma rağmen doğru olacak değildir, sırf benim doğru olmasını istediğim için doğrudur.

Söz gelimi uzunluk birimi metredir dediğim zaman bir karar vermiş oluyorum, yoksa bu bana kendini kabul ettiren bir gözlemin tesbiti değildir. Nitekim Öklit postülâtı için de durum böyle olmuştur, bunu bir yerde göstermiş olduğumu sanıyorum.

Bana, hava karanlık mı? diye sorulduğu zaman evet mi, yoksa hayır mı diye cevap vermenin gerektiğini her zaman biliyorum.

Sonsuz sayıda olay «hava karanlıktır» hükmüyle ifade edilebilir olmakla beraber gerçekleşmiş bir olayın bu ifadeye cevap veren olaylar içine girip girmediğini bilmek daima elimdedir. Olaylar kategori itibariyle tasnif edilir, eğer gördüğüm olayın falan kategoriye girip girmediği benden sorulursa, tereddüt bile etmeden cevap veririm.

Şüphesiz bu tasnifte insan hürriyetine yahut kaprisine geniş bir pay bırakacak kadar keyfîlik vardır. Bir kelimeyle bu tasnif bir itibardır. Bu *itibar verilmişken*, bana : falan olay doğru mudur ? diye sorulsa,

«daima cevap verebilirim ve cevabımı da bana duyularımın şahadeti hazırlatacaktır.

Bir tutulma esanasında : hava karanlık mıdır? diye sorulsa, herkes evet cevabını verecektir. Şüphesiz ki kendi dillerinde aydınlık için karanlık, karanlık için aydınlık sözlerini kullanan kimseler bu suale hayır cevabını verirlerdi. Fakat bunun ne ehemmiyeti olabilir ?

Bunun gibi, matematikte, *birer itibardan ibareti olan tarifleri ve postülâtları ortaya koyduğum zaman*, bir teorem ya doğru ya yanlış olabilir. Ancak bu teorem doğru mudur? sorusuna cevap vermek için, duyularımın şahadetine değil, istidlâle müracaat etmek zorunda kalırım.

Bir olayın ifadesi daima gerçekleştirilebilir, gerçekleştirme için de gerek duyularımızın şahadetine gerekse bu şahadetin hâtırasına başvururuz. Bir olayı asıl karakterize eden şey budur. Siz bana : falan olay doğru mudur? diye sorarsanız, ben de sizden, eğer icabediyorsa, itibarları tasrih etmenizi, başka bir deyişle hangi dili konuştuğunuzu sormakla işe başlarım; bu nokta üzerinde fikirleri tesbit ettikten sonra duyularımı sorguya çekerim ve evet yahut hayır cevabını veririm. Fakat bu cevabı duyularım vermiş olacaktır, yoksa: İngilizce yahut Fransızca söyledim demiş olan siz değil.

Müteakıp basamaklara geçtiğimiz zaman, acaba bütün bunlarda bir şeyler değiştirmek

icabeder mi? Az önce söylediğim gibi, bir galvanometreyi gözlerken, cahil bir ziyaretçiye: cereyan geçiyor mu? diye sorarsam, o, tele bakacak ve bir şeylerin geçip geçmediğini görmeye çalışacaktır; halbuki aynı oruyu benim dilimden anlıyan yardımcıma soracak olursam, o bununla : ışık lekesi yer değiştiriyor mu! demek istediğimi anlayacak ve doğruca aletin cetveline bakacaktır.

O halde bir ham olayın ifadesiyle bir bilim olayının ifadesi arasında ne fark vardır? Aynı bir ham olayın Fransız ve Alman dilinde ifade edilişi kadar fark vardır. Bilim ifadesi, ham ifadenin, bilhassa çok daha az sayıda kimse tarafından konuşulduğu için bayağı Alman dilinden yahut bayağı Fransız dilinden farkedilen bir dile çevrilmiş şeklidir.

Bununla berber pek acele etmiyelim. Bir akımı ölçmek için pek çok sayıda galvanometre tipi, hattâ bir elektrodinamometre kullanabilirim. O zaman: bu devrede şu kadar amperlik bir akım büküm sürüyor, demek şu mânaya gelir : bu devreye falan galvanometreyi uyduracak olursam, ışık lekesinin a bölümüne geldiğini görürüm; fakat aynı ifadenin şöyle bir mânası da olabilir: bu devreye falan elektrodinamometreyi bağlayacak olursam, ışık lekesinin b bölümüne geldiğini göreceğim. Yine aynı ifade daha pek çok şey demek olabilir, zira akım yalnız mekanik etkilerle değil, kimyasal, ısısal ve

ışıkسال etkilerle de varlığını belli edebilir.

İşte bir ifade ki birbirinden mutlak surette farklı olan pek çok sayıda olaylara uygun gelebiliyor. Niçin? Çünkü kabul etmiş olduğum bir kanuna göre, falan mekanik etki husule geldiği zaman, onunla beraber falan kimsaysal etki de hâsıl olacaktır. Daha evvelce yapılmış olan pek çok sayıda deney bu kanunun bozulduğunu hiçbir zaman bana göstermemiştir. O zaman, birbirine bu derece değişmez şekilde bağlı iki olayı aynı ifade ile beyan edebileceğime kanaat getirmişimdir.

Bana: cereyan geçiyor mu ? diye sorulsa, bunun: falan mekanik etki hâsıl olacak mı? mânasına geleceğini anlamış olabilirim, fakat şöyle de anlıyabilirdim: acaba falan kimyasal etki hâsıl olacak mı? O halde gerek mekanik etkinin gerekse kimyasal etkinin varlığını gerçeklemek elimdedir, hangisini gerçekliyeceğimin önemi yoktur, zira her iki halde de cevap aynı olacaktır.

Ya bir gün kanunun yanlış olduğu meydana çıkarsa? Ya iki mekanik ve kimyasal etki arasındaki ahengin her zaman sabit olmadığı görülürse? O gün, ağır bir karışıklığı ortadan kaldırmak üzere, bilim dilini değiştirmek gerekecektir.

Peki sonra ne olacaktır? Zannediliyor mu ki günlük hayatın olaylarını ifade etmekte kullanılan bayağı dil, bu gibi şüphe ve karışıklıklardan âridir?

Acaba bundan, günlük hayat olaylarının gramercilerin eseri olduğu sonucu çıkarılabilir mi?

Bana soruyorsunuz : akım var mı? Ben de mekanik etki var mı diye araştırıyorum, onun varlığını tesbit ediyor ve cevap veriyorum: evet, akım var. Tabii bu, mekanik etki ile beraber kimyasal etkinin de bulunduğu mânasına gelir. Şimdi, imkânsız mümkün kabul ederek, doğru olduğuna inandığımız kanunun yanlış çıktığını ve bu halde kimyasal etkinin varolmadığını tasavvur edelim. Bu hipotezde birbirinden farklı iki olay bulunacaktır : biri doğrudan doğruya gözetlenen olaydır ve hakikattir, öteki ise bir netice olarak çıkan olaydır ve yanlıştır. İstersek ikinciye de bizim icadetsiz olduğu-muzu söyleyebiliriz. Öyle ki bilim olayının yaradılışında insanın şahsi emeğinin payı hataya müncer oluyor.

Fakat söz konusu olayın yanlış olduğunu söylememiz, acaba onun zekâmızın hür ve keyfî bir icadı veya kılık değiştirmiş bir itibar olmamasından ötürü değil midir ? Bu takdirde olay ne doğru ne yanlış sayılırdı. Olay gerçekleştirilirdi. Ben bu gerçeklemeyi yapmamış olmakla beraber yapabildim. Eğer yanlış bir cevap verdimse, bu, yegâne sırrı bile tabiatı sorguya çekmeksizin, çok acele cevap vermeyi istemekten ileri gelirdi.

Bir deneyden sonra, bilim olayını mey-

dana çıkarmak üzere, arızî hatalarla sistematik hataları düzeltirsem, durum yine aynı olur; bilim olayı asla ham olayın diğer bir dile çevrilişinden başka bir şey olmayacaktır. Saat şu kadardır dediğimi zaman, kısa bir tarzda şunu ifade etmiş olurum: saatimin gösterdiği zamanla falan veya filân yıldızın meridiyenden geçiş anı arasında falan münasebet vardır. Bu dil itibarı bir kere herkes tarafından kabul edildikten sonra bana, saat kaç? diye sorulsa, evet veya hayır cevabını vermek benim elimde olmayacaktır.

Sondan bir evvelki basamağa geçelim: tutulma, Newton kanunlarından çıkarılan cetvellerin verdiği saatte olmuştur. Bu da Gök Mekaniğini iyi bilenler yahut sadece Astronomlar tarafından hesaplanmış cetvel-lere sahip bulunanlar için pek açık bir dil itibarıdır. Bana soruluyor: tutulma olayı tahmin edilen saatte oldu mu? Zaman cetvellerini karıştırıyorum, tutulmanın saat dokuzda olacağını haber verildiğini görüyorum ve sorunun aslında şu olduğunu anlıyorum: tutulma saat dokuzda oldu mu? Yine hükümlerimizde değiştirilecek hiçbir şey yoktur. *Bilim olayı, kullanışlı bir dile çevrilmiş ham olaydan ibarettir.*

Gerçi son basamakta işler biraz değişiyor. Yer dönüyor mu? Acaba bu, gerçekleştirilebilir bir olay mıdır? Galile ile Büyük

Engizisyoncu, bu konuda anlaşılmak için, duyularının şahadetine baş vurabilirler miydi? Onlar bilâkis görünüşler üzerinde aynı fikirde idiler ve üstüste yığılan deneyler ne olursa olsun, görünüşler üzerinde daima ittifak edecekler fakat bunların açıklanmasında hiçbir zaman uyuşamayacaklardı. Hattâ bunun içindir ki onlar bilimsel değeri pek az olan münakaşa yollarına sapmak zorunda kalmışlardır.

İşte ben de bunun için, onların gözlenen olay üzerinde ittifak halinde olduklarına kani bulunuyorum: ikisi arasında münakaşa konusu olan yerin dönmesi ile, bu ana kadar gözden geçirmiş olduğumuz ham olaylara yahut bilim olaylarına aynı ismi vermeye hakkımız yoktur.

Yukarda geçenlere bakılınca, ham olayın bilim-dışı olup olmadığını araştırmak lüzumsuz görünüyor, zira ne bilim olayı olmaksızın bilim, ne de ham olay olmaksızın bilim olayı var olabilir, çünkü birincisi ikincisinin tercümesinden başka bir şey değildir.

Buna göre bilginin bilim olayını yarattığını söylemeye hakkımız var mı? Bir kere bilgin olayını *hiç yoktan* yaratmaz, çünkü onu ham olayla imal eder. Dolayısıyla onu hür olarak ve *istediği gibi* de yapamaz. İşçi ne kadar mahir olursa olsun, hürriyeti, elinde yuğurduğu ilk maddenin özellikleriyle sınırlanmıştır.

Esasen bilim olayının böyle hür olarak yaratılışından bahsetmekle ve tutulma olayında saatiyle faal bir rol oynayan astronomu buna örnek olarak göstermekle ne demek istiyorsunuz ? Tutulmanın saat dokuz da olduğunu mu söylemek istiyorsunuz? Eğer astronom bu olayın saat 10 da olmasını isteseydi, saatini bir saat ilerletmesi yeterdi.

Fakat astronom, böyle fena bir şaka yapmakla, şüpheli bir harekette bulunmuş olurdu. Kendisi bana: tutulma saat dokuzda oldu dediği zaman, ben, saat dokuzun sarkaçlı saatin ham gösterisinden, bilinen birtakım düzetmeler yardımıyla, çıkarılmış zaman olduğunu anlıyorum. Eğer bu zat bana sadece ham neticeyi verdiyse, yahut alışılmış kaidelere aykırı düzeltmeler yaptıysa, bana haber vermeksizin uyduğumuz dili değiştirmiş demektir. Eğer aksine bana haber vermişse, şikâyet hakkım yoktur, fakat bu da yine aynı olayın başka bir dille ifadesi demektir.

Sözün kıyası, bilginin bir olayda yaratmış olduğu şey, bu olayı ifade ederken kullandığı dildir. Bilgin bir olayı önceden tahmin ederken bu dili kullanacaktır ve aynı dili konuşup anlayabilen kimseler için, onun tahmini her türlü karışıklıktan âridir. Zaten, tahmin bir kere öne sürüldükten sonra bunun gerçekleşip gerçekleşmemsi tabii onun elinde değildir.

Şimdi B. Leroy'nın tezinden geriye ne

kalıyor? Şu kalıyor: bilgin, gözlenmeye değer olayları seçmekle faal bir müdahalede bulunmuş olur. Tek başına bir olayın hiçbir önemi yoktur; bir olay, ancak başka olayların önceden tahminine yarıyabilir gibi görüldüğü anda önem kazanır; yahut da bu olayın vukuu önceden tahmin edildikten sonra, gerçekleşmesi bir kanunu teyit etmelidir. Bu şartlara uyup bilimde zikredilme hakkını kazanan olayları kim seçecektir? Bilginin serbest faaliyeti.

Hepsi bu kadar değil. Bilim olayı, bir ham olayın belli bir dile çevrilmesidir, dedim; buna her bilim olayının birçok sayıda ham olaylardan teşekkül ettiğini de ilâve etmeliydim. Yukarda zikrettiğim misaller bunu oldukça açık bir şekilde göstermektedir.

Söz gelimi tutulma anında saatim α zamanını göstermiş olsun, açılım başlangıcı olarak aldığımız belli bir yıldızın meridiyenden son geçişinde saat β yı; aynı yıldızın sondan bir önceki geçişinde de γ yı gösteriyordu. İşte elimizde birbirinden farklı üç olay (gerçi bunlardan her birinin zamandaş iki ham olaydan çıkmış olduğu hatırlatılabilir; fakat bu noktayı geçiyorum). Bunların yerine şöyle diyorum: tutulma sat $24 \frac{\alpha - \beta}{\beta - \gamma}$ da olmuştur. Böylece üç olay tek bir bilim olayında taplanmış bulunuyor. Bir-

birinden farklı üç zamanda saatimde okudugum α , β , γ , anlarının bence ilgisiz olduğu ve ilgi verici tek şeyin bu üç nicelik arasındaki

$$\frac{\alpha - \beta}{\beta - \gamma}$$

kombinezonundan ibaret bulunduğu hükümüne varmış oldum. İşte bu hükümde zekâmın serbest faaliyeti yeniden göze çarpıyor.

Fakat böyle yapmakla kuvvetimi tüketmiş oldum; artık bu $\frac{\alpha - \beta}{\beta - \gamma}$ kombinezonunun filân veya falan değere sahip olmasını temin etmek elimde değildir, çünkü bana birer ham olay olarak sunulan α , β , γ değerleri üzerine hiçbir tesir yapamam.

Kısaca olay olaydır. *Eğer olayların önceden tahmine elverişli olduğu görülürse, bu, bizim hür faaliyetimizin bir eseri değildir.* Ham olayla bilim olayı arasında kesin bir sınır yoktur; ancak filân olay ifadesinin falaninkinden daha ham yahut aksine, daha bilimsel olduğu söylenebilir.

4. — «Ağcılık» ve «Evrensel envaryan»

Eğer olaylardan kanunlara geçerse, bilginin hür faaliyetinin bunda çok daha büyük bir payı olacağı açıktır. Acaba B. Leroy bu payı aşırı derecede büyötmüyor mu? Şimdi bunu inceliyeceğiz.

Bir kere getirdiğı misalleri hatırlıyalım. Fosfor 44° de erir, dediğim zaman bir kanun beyan ettiğimi sanıyorum; aslında bu fosforun tanımından ibarettir; fosforun

bütün özelliklerine sahip olduğu halde 44° de erimiyen bir cisim keşfedileseydi, kendisine başka bir isim verilirdi ve kanun yine doğru olarak kalırdı.

Bunun gibi, cisimler serbest düşmede zamanın karesiyle orantılı mesafeler katederler, dediğim zaman serbest düşünmenin tanımından başka bir şeyi söylemiş olmam. Ne zaman bu şart sağlanmazsa düşmenin serbest olmadığını söyleyebilirim, neticede kanun hiçbir zaman bozulmuş olmaz.

Kanunlar bundan ibaret kaldıkça, önceden tahmine yarıyamıyacakları açıktır, dolayısıyla onlar, gerek bilgi vasıtası olmak, gerekse bir faaliyet prensibi olmak bakımından hiçbir şeye yaramıyacaklardır.

Fosfor 44° de erir dediğim zaman şunu kastediyorum: filân veya falân özeliğe (söz gelimi fosforun erime noktası müstesna, bütün özelliklerine) sahip olan her cisim 44° de erir. Bu şekilde anlaşılırsa, ileri sürdüğüm önerme gerçekten bir kanundur ve böyle bir kanun bana faydalı olabilir, zira bu özelliklere sahip olan bir cisme rassalarsam, onun 44° de eriyeceğini tahmin edebilirim.

Şüphesiz bir gün kanunun yanlış olduğu keşfolunabilecektir. O zaman kimya ders kitaplarında şu satırlar okunacaktır: «Kimyacıların uzun zaman fosfor ismi altında birbirine karıştırdıkları iki cisim vardır! bu iki

cisim ancak erime noktalarıyla birbirinden farkedir». Böylece kimyacıların iki cismi önceden ayırt edemedikleri halde sonraları birbirinden ayırmaları ilk defa vâkı olmuştur; meselâ neodimle prazeodim de uzun zaman didim ismi altında bir tutulmuştu.

Kimyacıların fosforun başına bu gibi maceralar gelmesinden korktuklarını sanmıyorum. Böyle bir şey olsa bile, iki cismin aynı yoğunluğa, aynı özgül ısıya, v. s. ye sahip olmaması muhtemeldir, öyle ki meselâ yoğunluğu ihtimamla tâyin ettikten sonra, erime noktası kestirilebilecektir.

Zaten ne ehemmiyeti var; ortada bir kanun bulunduğuna ve bu kanunun, ister doğru ister yanlış olsun, bir genelemeye indirgenmediğine dikkat etmek yeter.

Buna karşı: her ne kadar yeryüzünde fosforun diğer bütün özelliklerine sahip olduğu halde 44° derecede erimiyen bir cisim tanımiyorsak, öteki gezegenler üzerinde böyle bir cismin bulunup bulunmadığını da bilmiyoruz, denebilir mi? Şüphesiz bu iddia söz götürebilir; o zaman yukarda bahis konusu olan ve yeryüzünde oturan bizlere faaliyet kaidesi hizmetini gören kanunun bilgi bakımından hiçbir genel değere sahip bulunmadığı ve bütün alâkayı bizi şu küre üzerinde tutan tasadüfe borçlu olduğu hükümüne varılacaktır. Bu mümkündür, fakat bu takdirde, kanun bir itibara müncer

olduğu için değil, sadece yanlış olduğu için kıymetten düşecektir.

Cisimlerin düşmesi konusunda da durum aynıdır. Eğer talan veya filân şartlar içinde düşmenin *olası* derecede serbest yahut *yaklaşık* olarak serbest olacağını bilmiyorsa, Galile kanunlarına uygun olarak vukua gelen düşmelere serbest düşme adını vermiş olmam hiçbir işe yaramıyacaktır. Bu da yine doğru veya yanlış olabilen bir kanundur, fakat bir itibara indirgenmez.

Varsayayım ki astronomlar gök cisimlerinin Newton kanunua tam olarak uymadığını keşsetmiş olsunlar. O zaman onlar şu iki durumdan birini seçmek zorunda kalacaklardır : ya çekim kuvvetinin uzaklıkların karesiyle ters oranlı olarak değişmediğini söyleyecekler, yahut da çekim kuvvetinin gök cisimleri üzerine tesir eden yegâne kuvvet olmadığını, mahiyeti başka olan bir kuvvetin de ona eklendiğini söyleyeceklerdir.

İkinci halde, Newton kanunu çekim kuvvetinin tarifi olarak mütalâa edilecektir. Bu ise adcının takındığı tavır olacaktır. İki durum arasındaki seçim serbest kalıyor, ve sırf kullanışlı olmak mülâhazasıyla yapılıyor. Böyle olmakla beraber bu mülâhazalar çok defa o derece kuvvetli oluyor ki pratikte bu hürriyetten pek az şey elde kalıyor.

(1) Gök cisimleri Newton kanununa uyar, önermesini ikiye parçalıyabiliriz: (2) Çekim kuvveti Newton kanununa uyar, (3) Çekim kuvveti gök cisimleri üzerine tesir eden tek kuvvettir. Bu halde (2) önermesi bir tariften başka birşey değildir ve deneyin kontrolü dışına çıkar ; o zaman bu kontrol (3) önermesi üzerine icra edilecektir. Böyle olması da lâzımdır, çünkü (1) bileşke önermesi gerçekleştirilebilir olan olayları önceden tahmin etmektedir.

Bu sunilikler sayesinde ki, bilginler, farkında olmadıkları bir adcılık yardımıyle, kanunlar üzerine prensipler denen şeyleri kurmuşlardır. Bir kanun yeteri kadar deneyle teyit edildiği zaman, iki durum kabul edebiliriz: ya bu kanunu topluluk içinde kendi haline bırakırız. O zaman kanun arasız gerçeklemelere tabi olacak ve nihayet kendisinin yaklaşık olduğu meydana çıkacaktır. Yahut da kanun, önerme muhakkak doğru olacak şekilde birtakım itibarlar kabul edilerek, bir prensip mertebesine yükseltilir. Bunun için hep aynı yolda hareket edilir. İlk kanun iki A ve B ham olayı arasında bir bağıntı ifade ediyordu; bu iki ham olay arasına mücerret bir C aracı ithal edilir. Bu aracı az çok muhayyeldir, (söz gelimi geçen misalde el ile tutulamaz birşey olan çekim kuvveti böyle bir cevherdi). O zaman A ile C arasında kesin varsayabileceğimiz bir bağıntı

bulunur: bu, prensiptir; C ile B arasında da bir bağıntı vardır, bu da her zaman gerçekleşebilir bir *kanun* olarak kalır.

Bundan böyle âdeta billûrlaşmış olan prensip, artık deneyin kontroluna tabi tutulmaz. O ne doğru, ne de yanlıştır, sadece kullanışlıdır.

Bu şekilde hareket etmenin çok defa faydalı olduğu görülmüştür, fakat pek açıktır ki eğer *bütün* kanunlar prensip şekline dönüştürülseydi, geriye bilim namına bir şey kalmazdı. Her kanun bir prensibe ve bir kanuna parçalanabilir, fakat açık olarak görülüyor ki, bu parçalama ne kadar uzağa götürülürse götürülsün, geriye daima kanunlar kalacaktır.

O halde adcılığın da sınırları vardır, işte B. Leroy'nın mütalâaları harfi harfine tatbik edilecek olursa, bu cihet unutulabilir.

Bilimlere acele bir göz atmak, bu sınırların nelerden ibaret olduğunu bize daha iyi anlatacaktır. Adcı durum, ancak kullanışlı olduğu zaman yerindedir; o acaba ne zaman kullanışlı olur?

Deney bize cisimler arasındaki bağıntıları bildirir; bu, ham olaydır; bu bağıntılar son derece dolaşıktır. Doğrudan doğruya -A cismiyle B cismi arasındaki bağıntıyı göz önüne alacak yerde, aralarına bir aracı olarak uzayı ithal ediyoruz. Bundan sonra birbirinden farklı üç bağıntıyı ele alıyoruz: A cis-

miyle uzayın A' şekli arasındaki bağıntı, B cismiyle uzayın B' şekli arasındaki bağıntı, A' ve B' şekilleri arasındaki bağıntı. Bu dolambaçlı yol niçin daha faydalıdır? Çünkü A ile B arasındaki bağıntı karışıktı, fakat basit olan A' B' arasındaki bağıntıdan az farkediyordu. Öyle ki bu karışık bağıntı yerine A' ile B' arasındaki basit bağıntı ile bir yandan A ve A' , öte yandan da B' ve B arasındaki farkların *çok küçük* olduklarını bildiren başka iki bağıntı konulabilir. Sözgelimi A ile B hafifçe şekil değiştirerek hareket eden iki tabiat cismiye, *şekil değiştirmiyen* iki A' ve B' şekli göz önüne alırız. Bu A' ve B' şekillerine ait hareket kanunları çok basit olacaktır; bunlar geometride bilinen kanunlardır. Sonra buna, A' dan daima çok az tarkeden A cisminin ısı tesiriyle genişlemiş olduğunu ve esneklik tesiriyle de eğildiğini ilâve ederiz. Bu genişleme ve eğilmeler, sırf çok küçük oldukları için, zekâmızca incelenmesi nispeten kolay olan şeylerdir. Bir de cismin hareketiyle, genişlemesi ve eğilmesi aynı bir ifade içinde toplanmak istense, ne kadar büyük bir dil karışılığına yol açılacağı tasavvur edilsin!

A ile B arasındaki bağıntı ham bir kanundur ve parçalara bölünmüştür; şimdi elimizde A ile A' nün; B ile B' nün münasebetlerini ifade eden iki kanunla A' ve B' arasındaki münasebeti ifade eden bir prensip

var. İşte bu prensibler topluluğuna geometri deniyor.

İki tembihte daha bulunacağım. Elimizde A ve B cisimlerine ait bir bağıntı var, bunun yerine A' ve B' şekilleri arasındaki bir münasebeti koyduk; fakat aynı A' ve B' şekilleri arasındaki aynı münasebet yerine A ile B den tamamıyla farklı olan başka iki A" ve B" cisimleri arasındaki bir münasebet konulabilirdi. Ve bu birçok tarzda yapılabilir. Eğer prensiplerle geometri icadedilmemiş olsaydı, A ile B arasındaki bağıntı incelendikten sonra, A" ve B" arasındaki münasebetin incelenmesine yeniden ve *menşeden* başlamak gerekirdi. İşte bunun için geometri bu kadar kıymetlidir. Geometrik bir bağıntı, ham halde mütalâ edildiği zaman mekaniğe ait olması lâzımgelen bir bağıntının yerini faydalı bir şekilde alabileceği gibi, optiğe v. s. ait olması lâzımgelen başka bir bağıntının da yerini alabilir.

Bu hal geometrinin denel bir bilim olduğunu ispat eder denilmesin; geometri prensiplerini, çıkarıldıkları kanunlardan ayırmakla bizzat geometriyi de kendisini doğuran bilimlerden suni bir şekilde ayırmış oluyorsunuz. Öteki bilimlerde de prensipler vardır, fakat bu onlara denel bilimler adını vermemize mâni değildir.

Şunu da kabul etmek lâzımdır ki suni olduğu iddia edilen bu ayırmayı yapmamak

zordu. Katı cisimler kinematiğinin geometrinin doğuşunda oynadığı rol malûmdur; buna bakarak geometrinin denel kinematiğin bir dalından başka bir şey olmadığını mı söylemelidir? Aslında ışığın bir doğru üzerinde yayılması kanunları da geometri prensiplerinin teşekkülüne yardım etmiştir. O halde geometriye hem kinematiğin hem de optiğin birer dalı göziyle bakmak mı lâzımdır? Ayrıca şunu da hatırlatayım ki, geometrinin asıl konusu olan öklit uzayımız, zihnimizde evvelden yerleşmiş bulunan ve gruplar adını taşıyan birkaç tip arasından, sırf daha kullanışlı olması sebebiyle seçilmiştir.

Mekaniğe geçerse, menşei geometrininkine benzeyen büyük prensipler görürüz, fakat bunların tesir sahaları daha küçük olduğundan, kendilerini asıl mekanikten ayırmaya ve bu bilime dedüktif göziyle bakmaya sebep yoktur.

Nihayet fizikte prensiplerin rolü daha fazla azalmış bulunur. Gerçekten bu bilimde prensipler ancak faydalı görüldüğü zaman ithal edilmiştir. Halbuki onlar ancak az sayıda oldukları ve her biri pek çok sayıda kanunun yerine geçtiği için faydalıdırlar. O halde bu prensiplerin sayılarını artırmaya lüzum yoktur. Esasen bir sonuca varmak gereklidir, bunun için de tecrit sahasını terketmek ve gerçeklelikle temasa geçmek lâzımdır.

İşte adcılığın dar sınırları bunlardır.

Böyle olmakla beraber B. Le Roy bu konu üzerinde durmuş ve soruyu başka bir şekilde ortaya atmıştır.

Mademki kanunlarımızın ifadedesi kabul ettiğimiz itibarlarla değişebiliyor ve bu itibarlar kanunların tabii bağlarını dahi tadil edebiliyor, acaba bu kanunlar topluluğu içinde itibarlardan bağımsız olan ve âdeta bir *evrensel envaryan* rolünü oynayabilecek durumda bulunan bir şey var mıdır?

Meselâ bizimkinden farklı bir âlemde terbiye görmüş olan ve öklit dışı bir geometri yaratmaya sürüklenen muhayyel varlıklar tasavvur edilmiştir. Eğer bunlar, sonradan birdenbire bizim âlemimize getirilmiş olsalardı, bizimle aynı kanunları görecekler fakat onları büsbütün başka bir tarzda ifade edeceklerdi. Aslında, iki ifade arasında müşterek bir şeyler bulunacaktı, zira bu varlıklar henüz yeter derecede bizden farklı değillerdir. Daha acaip varlıklar da tahayyül edilebilir, böylece iki ifade sistemi arasındaki müşterek kısım gittikçe daha fazla daraltılmış olur. Acaba bu daralış sııra doğru varacak mıdır, yoksa aradığımız evrensel envaryanı teşkil edecek olan ve daha fazla indirgenemiyen bir artık kalır mı?

Soru belginleştirilmeye muhtaçtır. İfadelerdeki bu müşterek kısmın kelimelerle ifade edilmesi isteniyor mu? Bu takdirde bütün

dillerde ortak olan birtakım kelimelerin bulunmayacağı açıktır, ve biz de hem bizim tarafımızdan hem de yukarda bahsettiğim muhayyel geometriciler tarafından anlaşılacak bilmem hangi evrensel envaryanı inşa etmek iddiasına kalkışamayız; nasıl ki Fransızca bilmiyen Almanlar ve Almanca bilmiyen Fransızlar tarafından anlaşılabilircek bir cümle de kuramayız. Fakat elimizde Fransızca ifadeleri Almancaya çevirmemize ve bunun aksine elverecek sabit kurallarımız vardır. Gramerlerle sözlükler bunun için yapılmıştır. İşte Öklit dilini Öklit -dışı dile çevirmek için de sabit kurallar vardır, olmasa bile bu yapılabilir.

Hattâ ortada ne tercüman, ne sözlük olmasa Almanlarla Fransızlar yüzyıllarca ayrı âlemlerde yaşadıkları sonra ansızın temasa gelse, zannediliyor mu ki Alman kitaplarının bilimiyle Fransız kitaplarındaki arasında müşterek hiçbir şey olmayacaktır. Tıpkı Amerika yerlilerinin İspanyolların gelişinden sonra, galiplerinin dilini anlayışı gibi, Fransızlarla Almanlar da nihayet anlaşacaklardır.

Fakat, denecektir, Fransızların Almanca öğrenmeksizin Almanları anlayabileceklerine tabii şüphe yoktur, çünkü ikisi de insandır. Birer insan olmadıkları halde, bizim muhayyel Öklit-dışı varlıklarmızla anlaşmak elimizdedir, çünkü onlar ne de

olsa insanî bir şey muhafaza etmiş buluncaklardır. Fakat her halde minimum bir insanlık payının zaruri olduğu söylenecektir.

Bu mümkündür, fakat şuna işaret edeceğim ki Öklit-dışı varlıklarda bakı kalmış olan bu azıcık insanlık, sade onların dilini *biraz* tercüme etmeye değil, onların *tekmil* dilini tercüme etmeye yetecektir.

Bu hususta bir minimum lâzım olduğunu ben de kabul ediyorum. Bizim madde dediğimiz şeyin molekülleri arasına nüfuz etmiş olan fakat bu madde üzerine hiçbir tesir yapmadığı gibi madde tarafından da bir tesire mâruz bulunmayan bilmem hangi akışkanın mevcut olduğunu varsayayım. Birtakım varlıkların bu akışkanın tesirine karşı duyarlı, bizim maddemizin tesirine karşı duyarsız olduklarını da varsayayım. Apaçıktır ki varlıkların bilimi mutlak surette bizimkinden farklı bulunacak ve bu iki bilime ortak bir «envaryan» aramk lüzumsuz olacaktır. Yahut da bu varlıkların bizim mantığımızı kabul etmedikleri ve meselâ çelişme prensipini inkâr ettikleri varsayılabilirdi.

Fakat gerçekten bu gibi hipotezleri incelemenin ilgi verici olmadığını zannediyorum.

Ancak, acaipliği bu derece ileri götürmez, duyuları bizimlilerine benziyen, aynı izlenimleri duyan ve bizim mantığımızın

prensiplerini kabul eden muhayyei varlıklar ithal edersek, onların kullandığı dilin, bizimkinden ne kadar farklı olursa olsun, dilimize tercüme edilebilir olacağı hükmüne varırız.

Halbuki böyle bir tercüme imkânı, bir envaryanın varlığını icabettirir. Tercüme etmek demek, gerçekten bu envaryanı meydana çıkarmak demettir. Nitekim kriptografik bir vesikayı çözmek de, harflerin yerleri değiştirildiği zaman, bu vesikada değişmez kalan şeyin araştırılması demektir.

Acaba bu envaryanın mahiyeti nedir? Şimdi bunu anlamak kolaydır ve bir kelime bize yetecektir. Envaryan olan kanunlar ham olaylar arasındaki bağıntılardır, halbuki «bilim olayları» arasındaki bağıntılar daima birtakım itibarlara tabi kalmaktadır.

BÖLÜM XI

Bilim ve Gerçeklik

5. — *Olumsuzluk ve determinizm*

Burada tabiat kanunlarının olumsuzluğu sorusundan bahsetmek niyetinde değilim. Bu sorunun çözülemez olduğu açıktır ve üzerinde pek çok şey yazılmıştır.

Yalnız, bu olumsuzluk kelimesine çeşitli mânalar verilmiş olduğuna ve bunları ayırdetmenin çok faydalı olacağına işaret etmek isterim.

Herhangi bir özel kanunu gözden geçirirsek, onun ancak yaklaşık olduğuna peşinen emin olabiliriz. Hakikaten bu kanun denel gerçeklemelerden çıkarılmıştır, bu gerçeklemeler ise ancak yaklaşık olabilirlerdi. Daha belgin ölçülerin bizi formüllerimize yeni terimler ilâve etmek zorunda bırakmasını her an beklemeliyiz; meselâ Maryot kanunu için durum böyle olmuştur.

Fazla olarak, her hangi bir kanunun ifadesi mutlaka noksandır. Bu ifade, verilmiş bir sonurtuyu hâsıl edecek olan bütün önertileri kapsamalıdır. Her şeyden önce

yapılacak deneyin bütün şartlarını yazmam gerekirdi, o zaman kanun şöyle ifade edilirdi: eğer bütün şartlar sağlanacak olursa filân olay vukua gelecektir.

Fakat ancak tekmil evrenin t anındaki hali tasvir edildiği takdirde, bu şartlardan *hiç birisinin* unutulmadığına emniyet getirebilir; gerçekten bu evrenin bütün kısımları $t + dt$ anında vukua gelecek olay üzerine az veya çok tesir yapabilir.

Halbuki böyle bir tasvir edişin kanunun ifadesinde yer alamıyacağı açıktır; zaten bu yapılmış olsa bile, kanun tatbik edilemez hale gelecekti; eğer bütün bu şartların bir arada bulunması istenseydi, belli bir anda hepsinin birden gerçekleşmesi ihtimali pek az olurdu.

O halde, esaslı bir şartın unutulup unutulmadığına hiçbir zaman emin olamayacağımız için, filân veya falan şartlar gerçekleştiği takdirde filân olay vukua gelecektir, diyemeyiz; sadece şu kadarını söyleyebiliriz: filân veya falan şartlar gerçekleştiği takdirde, filân olayın yaklaşık olarak vukua gelmesi ihtimal içindedir.

Bilinen kanunlar içinde en az kusurlu olan çekim kanununu ele alalım. Bu kanun gezeğenlerin hareketlerini önceden tahmin etmemize elverir. Meselâ Satürn'ün yörüngesini hesaplamak için onu kullanacak olursam, yıldızların tesirini ihmal ede-

rim, böyle yapmakla aldanmamış olduğuma eminim, zira bu yıldızların, tesirleri duyulamıyacak kadar uzak olduğunu biliyorum.

Buna göre, filân saatte Satürn'ün koordinatlarının falan veya filân sınırlar arasında bulunacağını, hemen hemen pekin olarak söyleyebilirim. Acaba bu pekinlik mutlak mıdır?

Evren içinde, bilinen bütün gök cisimlerinden çok daha büyük olan ve tesiri uzak mesafelerden duyulabilen heybetli bir kütle bulunamaz mı? Bu kütle muazzam bir hıza sahip olabilir, ve bizden çok uzaklarda seyrettiği için bu ana kadar tesiri tarafımızdan hissedilmediği halde, şimdi ansızın yakınımızdan geçmiş olması mümkündür. Muhakkak ki böyle bir gök cismi, güneş sistemimizde tahmin edemiyeceğimiz kadar muazzam tegayyürler hâsıl edecektir. Yapabileceğimiz tek şey, böyle bir halin tamamen ihtimal dışı olduğunu söylemekten ibarettir. Böylece, Satürn yaklaşık olarak gökyüzünün filân noktasında bulunacaktır, diyecek yerde şöyle söylemekle kanaat etmeliyiz : Satürn'ün yaklaşık olarak gökyüzünün filân noktasında bulunması olasıdır. Bu olasılık pratikte pekinliğe denk olmakla beraber, yine bir olasılıktır.

Bütün bu sebeplerden dolayı her özel kanun ancak yaklaşık ve olası olabilecektir.

Bilginler hiçbir zaman bu hakikati bil-memezlikten gelememişlerdir ; yalnız, bilgin-ler, haklı veya haksız olarak, her kanunun yerini daha yaklaşık ve daha olası bir ka-nunun alabileceğine inanırlar; bizzat bu yeni kanun da muvakkat olacak, fakat aynı ha-reketi sonsuza kadar devam edebilecektir. Öyle ki, bilim, ilerlemekle, olasılık derecesi gittikçe azalan kanunlara sahip olacak, ni-hayet birgün yaklaşıklık kesinlikten ve ola-sılık da pekinlikten istenildiği kadar az far-kececektir.

Eğer böyle düşünen bilginler haklı ol-salardı, her kanun özel olarak alındığı takdir-de olumsal diye sıfatlandırılabilmeyle beraber, tabiat kanunlarının olumsal olduğu mu söylenmeliydi? Yahut, tabiat kanunlarının olumsallığı hükmüne varmazdan önce, bu ilerlemenin bir sonu olması, bilginin gittikçe artan bir yaklaşıklık derecesi ararken niha-yet duraklaması ve belli bir sınırın ötesine geçince tabiatta kapristen başka bir şeye raslamaması temmennî edilmeli midir?

Bahsettiğim bu kavrayış tarzında (ki ben buna bilim kavrayışı diyeceğim), her kanun noksan ve muvakkat bir ifadeden başka bir-şey değildir, ve kaba bir hayalini teşkil et-tiği başka bir üstün kanuna birgün yerini terketmek zorundadır. O halde hür bir ira-denin müdahalesine yer kalmıyor demektir.

Bana öyle geliyor ki gazların kinetik

teorisi, bu hususta dikatte değer bir örnek sunacaktır.

Bilindiği gibi bu terorigde, gazların bütün özellikleri basit bir hipotezle izah edilir; tekml gaz molekküllerinin büyük hızlarla her yönde hareket ettiği ve doğrusal yörüngeler takip ettiği varsayılır. Ancak bir molekül kabın cidarları yakınından yahut başka bir molekül yakınından geçerken bu yörüngeler tegayyüre uğrar. Kabataslak olan du-yularımızın bize müşahede ettirdiği etkiler, ortalama etkililerdir, ve bu ortlamalarda aşırı derecede büyük olan sapmalar birbirini götürür, veya hiç değilse bunların birbirini götürmemesi pekaz olasıdır; öyle ki gözlenebilir olaylar, Maryot ve Gay-Lussac kanunları gibi basit kanunlara uyar. Fakat sapmaların böyle birbirini götürmesi ancak olası bir haldir. Molekküller durmadan yer değiştirir ve bu sürekli yer değiştirmelerde molekküllerin meydana getirdiği şekiller sırayla mümkün olan bütün kombinezonlardan geçer. Yalnız bu kombinezonlar sayıca pek çoktur, hemen hepsi Maryot kanununa uyar, içlerinden ancak bazıları bu kanundan ayrılır. Bu gibi kombinezonlar da bir gün gerçekleşecektir, yalnız kendilerini , uzun zaman beklemek lâzımgelecektir; bir gaz kütlesi oldukça uzun bir müddet zarfında gözlenseydi, muhakkak ki onun kısa bir zaman için Maryot kanunundan saptığı

görülecekti. Acaba ne kadar zaman beklemek lâzımgelirdi? Bu hususta olası olan yıllar sayısı hesaplanmak istenseydi, o kadar büyük bir sayı bulunacaktı ki rakamları sayısını yazmak için bile yine on tane kadar rakam gerekecekti. Ne ehemmiyeti var! Sayının sınırlı olması bize yeter.

Burada bu teorinin değerini tartışmak istemiyorum. Fakat kinetik teori kabul edilecek olursa, Maryot kanununun olumsal bir kanun olarak görüneceği açıktır, çünkü birgün gelecek bu kanun artık doğru olmayacaktır. Böyle olmakla beraber, zannediliyor mu ki kinetik teori taraftarları determinizme düşmandır? Katiyen. Onlar bilkâkis olayları mekanizm yoluyla izah edenlerin en titizleridir. Bu gibi kimselere göre moleküller adetâ maddi yörüngeler takip eder ve ancak iyice belli bir kanuna uyarak uzaklıkla değişen kuvvelerin tesiriyle bunlardan sapar. O kimselerin sisteminde ne hürriyet için, ne tam mânasiyle evrimci sayılacak bir âmil için, ne de olumsal adımı taşıyabilecek herhangi birşey için en küçük bir yer kalmış değildir. Herhangi bir karışıklığı önlemek üzere ilâve edeyim ki, ortada Maryot kanununun bir evrinmesi de yoktur; bilmem ne kadar yüzyıl sonra bu kanun doğru olmaktan çıkacaktır; fakat saniyenin muayyen bir kesri sonunda kanun tekrar hakikat olacak ve yüzyıllar boyunca hakikat olarak kalmakta devam edecektir.

Hazır bu evrinme kelimesini kullanmış-ken bir anlaşmazlığı da ortadan kaldıralım. Çok defa şöyle denir: kanunların bir evrinme geçirmediği ne malûm ! Birgün gelip de onların karbon devrinde bugünkü gibi olmadıkları keşfedilmeyecek mi ? Acaba bu sözle ne kasdedilmiş olur? Küremizin geçmiş hali hakkında bildiğimizi sandığımız şeyleri bugünkü halinden çıkarıyoruz. Bu çıkarma işi bilindiği varsayılan kanunlar yardımıyla yapılıyor. Kanun, önerti ile sonurtu arasında bir bağ olduğuna göre, hem önertiden sonurtunun çıkarılmasına yani geleceğin önceden tahminine, hem de sonurtudan önertinin çıkarılmasına yani hale bakarak geçmiş hakkında hüküm vermeye elverişli olabilir. Gök cisimlerinin bugünkü durumunu bilen astronom, Newton kanunu yardımıyla gelecekteki durumlarını çıkarabilir, nitekim gezegenlerin hergünkü durumunu veren cetvelleri kurduğu zaman bunu yapmış olur fakat aynı astronom bu cetvellerden gezegenlerin geçmişteki durumunu da çıkarabilir. Böylece yapabileceği hesaplar, Newton kanununun gelecekte doğru olmaktan çıkacağını gösteremez, zira kendisinin hareket noktası bizzat bu kanundur; bunun gibi aynı hesaplar, kanunun geçmişte doğru olmadığını da öğretemez. Gelecek zaman söz konusu olunca, eldeki cetvellerin birgün haleflerimiz tarafından kontrol edilmesi ve yanlışlıkların ortaya çıkması daima mümkündür. Fakat şahidi bulunmayan icolojik geçmiş zaman söz ko-

nusu olursa, hesapların sonuçları, şimdiki zamandan geçmişi çıkarmaya çalıştığımız bütün spekülasyonlarda olduğu gibi, tabiatları icabı, her çeşit kontrolün dışında kalırlar. Öyle ki tabiat kanunlarının karbon devrinde şimdiki zamanın aynı olup olmadığını hiç bir zaman bilemeyiz, zira o çağ hakkında ancak kanunların daimi olduğu hipotezinden kalkarak bulduğumuz şeyleri biliyoruz.

Belki de bu hipotezin çelişik sonuçlara götürdüğü söylenecek ve kendisini terketmek mecburiyeti hâsıl olacaktır. Nitekim, hayatın menşei söz konusu olunca, yeryüzünde daima yaşayan varlıkların bulunduğu hükmüne varılabilir, zira bugünkü dünya bize daima hayatın hayattan çıktığını gösteriyor; bunun gibi yeryüzünde daima yaşayan varlıkların mevcut olmadığı hükmü de çıkarılabilir, zira bugünkü fizik kanunlarının küremizin bugünkü haline tatbiki, bir zamanlar bu kürenin hayatı imkânsız kılacak derecede sıcak olduğunu bize öğretiyor. Fakat bu nevi gelişmeler iki şekilde daima ortadan kaldırılabilir: ya bugünkü tabiat kanunlarının bizim kabul etmiş olduğumuz kanunlara tamamen uygun olmadığı varsayılabilir; yahut da bugünkü halde tabiat kanunlarının kabul etmiş olduğumuz kanunlara uygun olduğu, fakat bunun geçmiş devirler için her zaman doğru bulunmadığı varsayılabilir.

Tabiat kanunları hiç bir zaman iyice

bilinmediğinden bu iki çözümden birincisini kabul etmemek ve tabiat kanunlarının evrindiği hükmüne varmamak elde değildir. Öte yandan böyle bir evrinmeyi varsayalım; insanlığın da bu evrinmeye şahit olacak kadar uzun sürdüğünü kabul edelim, o zaman *aynı* önerti meselâ karbon devriyle dördüncü devirlerde birbirinden farklı sonurtular hâsıl edecektir. Apaçık olarak, bu, önertilerin aşağı yukarı benzer olması demektir; eğer bütün durum ve şartlar aynı olsaydı, karbon devri dördüncü devirden ayırilemez olurdu. Şüphesiz varsayılan şey bu değildir. Geri kalan şey, falan önertinin filân tâli durum ve şartlarla bir arada olunca, filân sonurtuyu hâsıl edeceği; ve aynı önertinin diğer filân tâli durum ve şartlarla bir arada olunca da başka falan sonurtuyu doğuracağıdır. Zamanın bu işte hiç bir tesiri yoktur.

Kusurlu bilimin tâli durum ve şartları hesaba katmaksızın beyan ettiği ve filân önertinin daima falan sonurtuyu hâsıl edeceğini tasdik eden kanun, evet, ancak yaklaşık ve olası bir şey olan o kanun, bu tâli durum ve şartları hesaba katan daha yaklaşık ve daha olası bir kanuna yerini vermelidir. Böylelikle daima yukarıda çözümlediğimiz sürece raslamış oluyoruz. Eğer insanlık bu neviden bir şey keşfetmiş olsaydı, kanunların evrindiğini değil, durum ve şartların değiştiğini söylerdi.

İşte olumsuzluk kelimesinin çeşitli mânaları bunlardır. B. Leroy, bunların hepsini alıkoyuyor fakat kendilerini yeteri kadar birbirinden ayırdetmiyor, hattâ yeni bir mânâna daha tihal ediyor. Denel kanunlar ancak yaklaşıktır, onların bize tam ve kesin görünmesi, kendilerini suni olarak yukarıda prensip adını verdiğim şeyler haline dönüştürmüş olmamızdadındır. Bu dönüşümü hür olarak yapmışızdır, böyle yapmamıza karar verdiren kapris ise olumsal olduğundan, biz aynı olumsuzluğu bizzat kanuna da nakletmiş bulunuyoruz. İşte bu mânada determinizmin hürriyeti varsaydığını söylemeye hakkımız vardır, zira hür olarak determinist olmuş bulunuyoruz. Belki de böylelikle adcılığa pek büyük bir pay ayrılmış oluyor. Olumsuzluk kelimesinin bu yeni mânasının ithali de, birkaç kelimeyle anlatmış olduğumuz ve tabii şekilde ortaya çıkan bütün soruları çözmeye pek fazla yardım etmiyecektir.

Burada katiyen endüksiyon prensibinin temelini araştırmak niyetinde değilim, bunu başaramıyacağımı pek iyi biliyorum; bu prensibi haklı göstermek, ondan vazgeçmek kadar zordur. Ben sadece bilginlerin onu nasıl tatbik ettiklerini yahut tatbik etmeye mecbur kaldıklarını göstermek istiyorum.

Aynı önerti hâsıl olduğu zaman aynı sonurtu meydana gelmelidir: işte prensibin bayağı ifadesi budur. Fakat bu terimlere

indirgenince prensip hiçbir işe yaramazdı. Aynı önertinin hâsıl olduğunu söyleyebilmek için, *bütün* durum ve şartların hâsıl olduğunu söyleyebilmek lâzımdır, zira içlerinden hiçbirisi ehemmiyetsiz değildir, aynâ zamanda o durum ve şartlardan her biri *tam olarak* hâsıl olmalıdır. Böyle bir hal ise asla vâkı olamayacağından, prensip de tatbik edilemez.

O halde prensibin ifadesini tadil etmeli ve şöyle demeliyiz: eğer bir A önertisi bir defa bir B sonurtusu hâsıl ettiyese, A dan az farklı olan bir A' önertisi, B den az farklı olan bir B' sonurtusu husule getirecektir. Fakat A ve A' önertilerinin birbirinden «az farklı» olduğunu nasıl anlıyacağız? Eğer durum ve şartlardan biri bir sayı ile ifade edilebilir ve bu sayının değeri her iki halde birbirine pek yakın olursa, «az farklı» kelimesinin mânası nispeten açıktır; o zaman prensip, sonurtu, önertinin sürekli bir tonksiyonudur mânasına gelecektir. Bundan, pratik kural olarak da enterpolasyon yapmakla haklı olduğumuz hükmüne varırız. Gerçekten bilginler her gün böyle hareket yapmakta ve enterpolasyonusuz bilim mümkün değildir.

Bununla beraber bir şeye dikkat edelim. Aranan kanun bir eğri ile gösterilebilir. Deney bize bu eğrinin bazı noktalarını bildirmiştir. Az önce beyan ettiğimiz prensibe

dayanarak, bu noktaların sürekli bir çizgi ile birleştirilebileceklerine inanıyoruz. Bu çizgiyi gözle çiziyoruz. Yeni deneyler bize eğrinin yeni noktalarını verecektir. Eğer bu noktalar peşinden çizmiş olduğumuz çizginin dışında kalıyorsa, eğrimizi tadil etmemiz gerekecektir, fakat prensibimizi terketmiyeceğiz. Noktaların sayısı ne kadar çok olursa olsun, birtakım noktalardan daima sürekli bir eğri geçirilebilir. Şüphesiz bu eğrinin pek kaprisili görünmesi koşumuza gitmez (Hattâ o zaman deneyin hatalı olusundan şüphe ederiz), fakat böylece prensip doğrudan doğruya kusurlu olmuş sayılmaz.

Fazla olarak bir olayın durum ve şartları içinde bazıları vardır ki bunlara ihmal edilebilir göziyle bakarız. Biribirinden ancak bu tâli durum ve şartlarla fark eden A, A' olaylarını da çok az farkedен olaylar gibi mütalâa ederiz. Sözelimi, bir kılcımın tesiriyle hidrojenin oksijenle birleştiğini tesbit etmiş olayım. Arada Jüpiterin boy-lamı bir hayli değiştiği halde bu iki gazın aynı şartlar içinde yeniden birleşeceklerine eminim. Meselâ uzak cisimlerin yeryüzü olaylarına hissedilir bir tesir yapamayacağını kabul ederiz. Fakat öyle haller vardır ki fiilen ilgisiz olan bu durum ve şartların seçilişi daha fazla sayıda keyfilik taşır, yahut daha doğrusu, daha fazla hüner ister

Bir noktaya daha dikkati çekeceğim:

tabiatla biribirine benziyen yahut aşağı yukarı biribirine benziyen pek çok sayıda cisim bulunmasaydı, endüksiyon prensibi tatbik edilemez olur, meselâ bir fosfor parçasından başka bir fosfor parçasına intikal edilemezdi.

Bu mütalâalar üzerinde düşünecek olursak, determinizm ve olumsuzluk problemi bize yeni bir ışık altında görünecektir.

Zaman sırasıyla evrenin bütün olaylarını ihata edebildiğimizi varsayalım. Bu takdirde diziler (sequences) denilebilecek olan şeyleri yani önertiyle sonurtu arasındaki bağları göz önüne alabiliriz. Sabit münasebetlerden yahut kanunlardan bahsetmek istemiyorum, gerçekleştirilmiş olan çeşitli dizileri ayrı ayrı (âdetâ fertçe) göz önüne alıyorum.

O zaman bu diziler arasında tamamen biribirine benziyen iki dizinin bulunmadığını farkedeceğiz fakat za önce ifade ettiğimiz endüksiyon prensipi doğruysa, içlerinde aşağı yukarı biribirine benziyenler bulunacaktır, ve bunları biribirinin yanında sınıflandırabileceğiz. Başka bir deyişle, dizilerin bir tasnifini yapmak mümkündür.

İşte en sonunda determinizm böyle bir tasnifin imkân ve yasalılığına indirgeniyor. Geçen analizden arta kalan şey budur. Belki de bu mütevazi şekil altında, aynı prensip, ahlâkçıya daha az korkulu görünecektir.

Şüphesiz böylece dolambaçlı bir yoldan

giderek B. Leroy'nın az önce reddeder görüldüğümüz hükmüne dönmüş olduğumuz söylenecektir: yani insan hür olarak deterministtir. Gerçekten her tasnif, tasnifçinin faal müdahalesini varsaydırır. Bunu teslim ediyorum ve bu su götürülebilir bir şeydir, fakat bana öyle geliyor ki bu dolambaçlı yol faydasız olmamıştır ve bizi bir parça aydınlatmaya yardım edecektir.

6. — *Bilimin objektifliği*

Şimdi şu makalenin başlığıyla ortaya atılan soruya geliyorum: bilimin objektifliğinin değeri nedir ? Bir kere objektiflikten ne anlamalıyız ?

İçinde yaşadığımız dünyanın objektifliğini bize garanti eden şey, bu dünyanın bizimle beraber diğer düşünen varlıklara müşterek oluşudur. Oteki insanlarla münasebetlerimizde, hazır yapılmış istidlâller alıyoruz; biliyoruz ki bu istidlâller bizim malımız değildir, bununla beraber yine onlarda kendimiz gibi uslu varlıkların eserini görüyoruz. Bu istidlâller duyularımızın âlemine tatbik edilebilir gibi görüldüğünden, bu uslu varlıkların bizimle aynı şeyi görmüş olduklarına inanıyoruz; işte bir rüya görmediğimizi bu şekilde biliyoruz.

Objektif olan şey birçok zekâlara ortak olmalı ve dolayısıyla birinden ötekine nakledilebilmelidir: işte objektifliğin birinci şartı

budur. Böyle bir nakil işi ise, ancak B. Lero'yı pek ziyade ürküten «konuşma-discours» yardımıyla yapılabileceğinden şu hükme varmak zorundayız: konuşma olmayınca objektiflik de yoktur.

Başkalarının duyumları bizim için ebedi olarak kapalı birer âlemdir. Benim kırmızı dediğim duyum, yanımdakinin kırmızı dediğiyle aynı şey midir? Elimizde bunu sağlayacak hiçbir vasıta yoktur.

Varsayalım ki bir kirazla bir gelincik çiçeği benim üzerimde A duyumu, yanımdaki kimse üzerinde de B duyumu hâsıl etsin, aksine bir yaprak benim üzerimde A duyumu, yanımdaki kimse üzerinde de B duyumu bâsıl etmiş bulunsun. Bundan hiçbir zaman haberimiz olmayacağı açıktır; zira ben A duyumuna kırmızı, B duyumuna yeşil diyeceğim, o da birinciye yeşil ikinciye kırmızı diyecektir. Buna karşılık, hem onun hem de benim için kirazla gelinciğin *aynı* duyumu hâsıl ettiklerini müşahade ediyoruz, çünkü o duyumlarına aynı adı veriyor ben de.

O halde duyumlar kimseden kimseye nakledilemez, yahut daha doğrusu duyumlarda salt keyfiyet olan şey ne başkasına nakledilebilir ne de içcrisinc nüfuz edilebilir. Fakat bu duyumlar arasındaki bağıntılar için durum böyle değildir.

Bu bakımdan objektif olan her şey,

keyfiyetten mahrumdur ve salt bir münasibetten ibarettir. Şüphesiz ki objektifliğin salt kemmiyetten ibaret olduğunu söyleyecek kadar ileri gitmiyeceğim (böyle bir şey, söz konusu olan bağıntıların mahiyetini aşırı derecede hususileştirmek olurdu), fakat bilmem kimin dünyanın bir diferensiyel denklemden başka bir şey olmadığını söylemeye kadar varması da akla yakın bir şeydir.

Bu paradoksal önerme hakkında ihtiyatlı davranmakla beraber kabul etmeliyiz ki, başkalarına nakledilebilir olmıyan hiçbir şey objektif değildir ve dolayısıyla ancak duyumlar arasındaki bağıntıların objektif bir değeri olabilir.

İhtimal ki, bütün insanlara ortak olan estetik heyecanın, duyumlarımızın keyfiyetlerinin bütün insanlar için aynı olduğu ve dolayısıyla objektifliğine delil olduğu söylenecektir. Fakat üzerinde düşünülürse, delilin tam olmadığı görülür; ispat edilmiş olan şey, bu heyecanın, gerek Jean gerekse Pierre'in ruhunda, ikisinin de aynı adı verdiği duyumlarla yahut bu duyumların karşılıklı kombinezonlarıyla uyarılmış olduğudur. Ama bu heyecan ister Jean'ın ruhunda Jean'ın kırmızı dediği A duyumuna, ve paralel olarak da Pierre'in ruhunda Pierre'in kırmızı dediği B duyumuna iştirak ettirilsin; yahut isterse bu heyecan, bizzat duyumların keyfiyetleriyle, değil, şuursuz olarak izlenim-

lerinin tesiri altında kaldığımız duyum münasebetlerinin ahenkli bir kombinezoniyle uyarılmış olsun, netice aynıdır.

Filân duyum filân keyfiyete sahip olduğu için güzel değil, fikir çağrışımlarımızın çilesinde falan yeri işgal ettiği için güzeldir, öyle ki telin öbür ucunda bulunan ve artistik heyecana tekabül eden «alıcı» yı harekete getirmeksizin bu duyumu uyarmak mümkün değildir.

Meseleye ister ahlâk, ister estetik, isterse bilim göziyle bakılsın, durum hep aynıdır. Ancak herkes için aynı olan şey objektiftir; halbuki ancak bir mukayese mümkün olduğu ve bir zekândan diğerine nakledilebilir bir «para» ya çevrilebildiği takdirde böyle bir aynı oluştan bahsedilebilir. O halde yalnızca, «konuşma» ile başkalarına nakledilebilen yani anlaşılır olan şeyin objektif değeri bulunabilir.

Fakat bu, sorunun ancak bir tarafıdır. Mutlak surette düzensiz bir topluluğun objektif değeri olamazdı, çünkü böyle bir topluluk anlaşılır sayılmazdı; fakat iyi düzenlenmiş bir topluluk da, gerçek duyumlara tekabül etmediği takdirde, hiçbir objektif değere sahip bulunmıyabilir. Bu şartı hatırlatmak bana fazla gibi geliyor, eğer son zamanlarda fiziğin denel bir bilim olmadığı iddia edilmeseydi, bunu yapmak aklıma bile gelmezdi. Bu kanaatin ne fizikçiler

nede filozoflar tarafından kabul edilmesine hiçbir ihtimal bulunmamakla beraber, bizi sürükleyeceği meyilden aşağı kaymamak için, zamanında ikaz edilmek iyi olur. Demek oluyor ki iki şartın yerine getirilmesi lâzımdır. Eğer bunlardan birincisi gerçekliği * rüyadan ayırıyorsa, ikincisi de gerçekliği masaldan ayırdetmektedir.

Şimdi bilim nedir? Bunu geçende açıkladım. Bilim her şeyden önce, tabii ve gizli bir hısmılıkla birbirine bağlı olmalarına rağmen, görüşlerin birbirinden ayırdığı olayları bir nevi sınıflandırma ve yakınlaştırma tarzıdır. Başka bir deyişle bilim, bir bağıntılar sistemidir. Halbuki biraz evvel objektifliğin sadece bağıntılarda aranması lâzımgeldiğini söylemiştik; o halde onu birbirinden ayrı olarak mütalâa edilen varlıklarda aramak boşunadır.

Bilim'in bize bağıntılardan başka şey bildirmediği için objektif değere sahip olamayacağını söylemek, tersine düşünmek olur, çünkü ancak bağıntılara objektif göziyle bakılabilir.

Meselâ dış eşya, ki *nesne* kelimesi bunlar için icadedilmiştir, uçucu ve tutulamıyan görüşler olmayıp hakiki *nesnelerdir*. Çünkü onlar sadece birer duyum grupları

* Buraya gerçeklik kelimesini objektifle aynı mânada alıyorum; böylece umumi kullanım şekline uymuş o uyorum; bunda belki de hata ecıyorum: meselâ rüyalarımız gerçektir, fakat nesnel değildir.

değil, sabit bir bağla çimentolanmış gruplardır. İşte onlarda nesne olan, bu bağ ve yalnız bu bağıdır, ve bu bağ da bir münasebetir.

O halde, bilimin objektif değeri nedir? diye sorduğumuz zaman, acaba bilim bize eşyanın hakiki özünü bildirir mi? demek istemiyoruz; sadece bilim bize eşyanın hakiki münasebetlerini bildirir mi? diye sormak istiyoruz.

Birinci soruya hayır cevabını vermekte kimse tereddüt etmezdi; fakat bu hususta daha ileri gidilebilir sanırım: bilim yalnızca bize eşyanın mahiyetini bildirememekle kalmaz, hiçbir şey onu bize öğretmek iktidarına sahip değildir, hattâ bir ilâh onu bilseydi, ifade etmeye kelimeler bulamazdı. Biz sadece bu sorunun cevabını sezemekle kalmıyoruz, cevap bize gösterilmiş bile olsaydı hiçbir şey anıyamazdık; hattâ ben soruyu iyice anlayıp anlamadığımızdan şüpheliyim

Demek oluyor ki bize ısıнын, elektriğin yahut hayatın ne olduğunu öğretmeye kalkışan bir bilim teorisi daha başlangıçta mahkûmdur; onun bize verebileceği şey, kabataslak bir hayalden başka bir şey değildir. O halde böyle bir teori geçici ve kuvvetsizdir.

Birinci soru böylece bir kenara ayrıldıktan sonra geriye ikincisi kalıyor. Bilim

bize eşyanın hakiki münasebetlerini bildirebilir mi? Onun yakınlaştırdığı şeyler birbirinden ayrılmalı mıdır, yahut ayırdığı şeyler birbirine yakınlaştırılmalı mıdır?

Bu yeni sorunun mânasını anlamak için yukarıda objektiflik şartları hakkında söylediklerimize müracaat etmeliyiz. Acaba bu münasebetlerin objektif bir değeri var mıdır? Yani: bu münasebetler herkes için aynı mıdır? Veya bizden sonra gelecekler içinde aynı olarak kalacak mıdır?

Onların bir bilginle bir cahil için aynı olmayacakları açıktır. Bunun ne ehemmiyeti var! Eğer cahil o münasebetleri derhal görmezse, bilgin, bir sıra deneyler ve usavurmalarından sonra bunları ona gösterebilir. İşin esası, yapılan deneyleri öğrenenlerin üzerinde anlaşacakları birtakım noktaların var oluşudur.

Şimdi mesele, bu anlaşmanın devamlı olup olmayacağı ve haleflerimiz için baki kalıp kalmıyacağıdır. Bugünkü bilimin yaptığı yakınlaştırmaların yarının bilimiyle teyit edilip edilmeyeceği sorulabilir. Böyle olacağını tasdik etmek için hiçbir apriori sebep öne sürülemez; fakat bu bir olay meseledir. Artık bilim oldukça yaşıldır ve bilim tarihi sorguya çekilince, onun diktiği binaların zamanın tahriplerine dayanıp dayanmadığı yahut bunların gelip geçici yapılardan ibaret olup olmadığı görülecektir.

Halbuki bilim tarihine bakınca ne görürüz? İlk bakışta teoriler âdeta birgün sürer ve enkaz üstüne enkaz yığılır gibi görünür. Onlar bir gün doğar, ertesi gün moda olur, daha ertesi günü klâsikleşir, üçüncü günü yaşlanır ve dördüncü günü de unutulurlar. Fakat daha yakından bakılacak olursa, böylelikle yok olan şey, hakiki mânasıyla teori dediğimiz ve bize eşyanın özünü öğretmek iddiasında olan şeydir. Ancak, onların içinde bazı şeyler vardır ki çok defa yaşamaya devam eder. Eğer içlerinden biri bize hakikî bir münasebeti bildiriyorsa, bu münasebet artık katî olarak kazanılmış demektir ve daha sonra hüküm sürecek olan teorilerde yeni bir kıyafete bürünmüş olarak kendisine yeniden raslanacaktır.

Bir tek misal ele alalım; esfrin dalgalar teorisi bize ışığın bir hareket olduğunu öğretiyordu; bugünün modası ışığın bir elektrik akımı olduğunu öğreten elektromanyetik teori lehinedir. Bunların uzlaştırılıp uzlaştırılamıyacağını ve ışık bir akımdır, akım ise harekettir denilip denilmiyeceğini tetkike uğraşmıyalım. Her halde bu hareketin eski teori taraftarlarının kabul ettikleri hareketle aynı olmaması pek muhtemel olduğundan, eski teorinin artık tahtından indirildiği söylenebilir. Böyle olmakla beraber, yine bir şeyler baki kalıyor, çünkü Maxvelli'nin kabul ettiği hipotetik akımlar arasındaki münase-

betler, Fresnel'in kabul etmiş olduğu hipotetik hareketler arasındaki münasebetlerin aynıdır. O halde ayakta kalan birşey vardır ve bu da esaslı şeydir. İşte bugünkü fizikçilerin hiç sıkıntı çekmeden Frensel'in dilinden Maxwell'in diline nasıl geçtiği de böylece izah edilmiş olur.

Şüphesiz ki iyice teessüs ettiği sanılan birçok yakınlıklar terkedilmiştir. fakat içlerinden pek çoğu hâlâ devam etmektedir ve devam edecek gibi görünüyor. Acaba bu gibi yakınlıkların objektif ölçüsü nedir?

Bu ölçü dış eşyaya olan inancımızın ölçüsüyle aynıdır. Dış eşya şu mânada gerçektir ki, bize hissettirdikleri duyumlar, aralarında, bir günlük tesadüfle değil, bilmem hangi yok edilemez çimento ile birleşmiş görünürler. Bunun gibi bilim, olaylar arasında daha narin fakat aynı derecede sağlam olan başka bağlar ortaya koyar ; bunlar o kadar nazik tellerdir ki uzun zaman gözden kaçmışlardır, fakat bir kere de dikkati çektikten sonra onları görmemeye imkân yoktur; o halde bunlar dış eşyanın gerçekliğini temin eden bağlardan daha az gerçek değildir; kendilerinin daha yakın zamanlarda bilinmiş olmasının ne ehemmiyeti var! Nasıl olsa içlerinden bazıları diğerlerinden önce yok olacak değildir.

Söz gelimi esîrin herhangi bir dış cisimden daha az gerçek olmadığı söylenebilir;

böyle bir cismin varlığını söylemek, cismin rengi, tadı, kokusu arasında içten, sağlam ve devamlı bir bağ var demektir; esir vardır demek de bütün optik olayları arasında tabii bir hısımlığın bulunduğunu söylemektir. İki önermeden birinin değerinin ötekinden daha az olmadığı açıktır.

Hattâ bilim sentezlerinin bir mânada sağduyunun sentezlerinden daha fazl gerçekliği vardır, çünkü onlar daha çok terim ihata ederler ve kısmı sentezleri de içlerine almaya çalışırlar.

Bilimin bir tasniften başka birşey olmadığı ve bir tasnifin de doğru değil, sadece kullanışlı olabileceği söylenecektir. Fakat bilimin kullanışlı olduğu doğrudur; onun haleflerimiz için kullanışlı olarak kalacağı da doğrudur; nihayet bu halin bir tesadüt eseri olamayacağı da doğrudur.

Kısaca, tek objektif gerçeklik, eşya arasındaki münasebetlerdir ve evrensel ahenk de bundan çıkmaktadır. Şüphesiz ki bu münasebetler ve bu ahenk, kendilerini kavrayan yahut duyan bir zekânın dışında olarak kavranamaz. Böyle olmakla beraber onlar yine objektiftir ; çünkü bütün düşünen varlıklara müşterektirler, müşterek olacaklardır ve müşterek olarak kalacaklardır.

Bu hal, yerin dönmesi meselesini yeneden ele almamıza müsaade edecektir. Bu da

aynı zamanda geçen düşünceleri bir misalle aydınlatmak fırsatını bize verecektir.

7. — *Yerin dönmesi*

«...Böyle olunca, demiştim Bilim ve Hipotez adlı eserimde, Yer döner diye tasdik etmenin hiçbir mânası yoktur.. yahut daha doğrusu, Yer döner, önermesiyle, Yerin döndüğünü varsaymak daha kullanışlıdır, önermesinin mânası aynıdır.»

Bu sözler en akla gelmiyen tefsirlere yol açmıştır. Bazıları, sözlerimde Batleymos sisteminin yeniden itibar kazandığını, belki de Galilenin hüküm giymesinin haklı çıkarıldığını görür gibi olmuşlardır.

Bununla beraber bütün kitabı dikkatle okumuş olanlar bu hususta aldanamazlardı. Yer döner hakikati, meselâ öklit postülatıyla aynı seviyede tutuluyordu; bu, onu inkâr mı demekti? Daha iyisi var; aynı dille pek âlâ şunu da söyleyebiliriz: dış âlem vardır, yahut dış âlemin varlığını kabul etmek daha kullanışlıdır, önermelerinin ikisi de bir ve aynı mânayı taşır. Böylece yerin dönmesi hipotezi, bizzat dış eşyanın varlığıyla aynı pekinliği muhafaza etmektedir,

Fakat dördüncü bölümde açıkladığımız düşüncelerden sonra daha ileri gidebiliriz. Bir fizik teorisi, demiştik, ne kadar çok hakiki münasebet ortaya koyarsa o nispette doğrudur. Bu yeni prensibin ışığı altında bizi işgal eden soruyu inceliyelim.

Hayır, mutlak uzay yoktur; o halde «yer döner» ve «yer dönmez» şeklinde iki çelişik önermenin, kinematik mânada, biri ötekinden daha doğru değildir. *Kinematik anlamda* bunlardan birini tasdik edip diğerini inkâr etmek mutlak uzayın varlığını kabul etmek olurdu.

Fakat iki önermeden birinin gizlediği hakiki münasebetleri öteki açığa vurursa, buna fizik bakımından ötekinden daha doğru göziyle bakılabilecektir, çünkü kendisinin daha zengin bir muhtevası var demektir. Bu noktada ise hiçbir şüphe mümkün değildir.

İşte yıldızların günlük hareketi ile diğer gök cisimlerinin günlük hareketi, öte yandan yerin baskılığı, Fuko sarkacının dönmesi, siklonların jirasyon hareketi, alize rüzgârları, ve daha bilmem neler. Batlemyoscuya göre bütün bu olaylar arasında hiçbir bağ yoktur; Kopernikciye göre ise hepsi aynı sebepten doğmaktadır. Yer döner, demekle bütün bu olayların içten bir münasebete sahip olduğunu tasdik ediyorum, *işte bu doğrudur* mutlak uzay var olmadığı ve olmayacağı halde bu yine doğru olark kalmaktadır.

İşte yerin kendi etrafında dönmesi hakkında söyleyeceklerim bu kadar, onunu Güneş etrafında dolanması hakkında ne demeli? Burada da üç olay var ki Batlamyosçuya göre mutlak surette bağımsız, Kopernik'çiye göre ise aynı menşee aittirler; bunlar geze-

ğenlerin gök küresi üzerinde görünen yer değiştirmeleri, sabit yıldızların sapıncı, yine bu yıldızların paralaksıdır. Acaba bütün gezegenlerin periyodu bir yıl olan bir eşitsizlik kabul etmesi ve bu periyodun da tam sapıncıkine, hattâ paralaksıncine eşit olması bir tesadüf eseri midir? Batlemyos sistemini kabul etmek, buna evet cevabını vermektir? Koperniğinkini kabul etmek ise, hayır cevabını vermek, üç olay arasında bir bağıntı olduğunu tasdik etmektir. Bu ise, mutlak uzayın varolmamasına rağmen doğrudur.

Batlemyos sisteminde, gök cisimlerinin hareketleri merkezil kuvvetlerin etkisiyle izah edilemez ve Gök Mekaniğini kurmak imkânsızdır. Halbuki Gök Mekaniğinin bütün gökyüzü olayları arasında ortaya koyduğu içten bağlar hakikat olan bağlardır; yerin hareketsizliğini kabul etmek demek, bu bağları inkâr etmek, dolayısıyla aldanmak demektir.

Demek oluyor ki Galile'nin uğrunda ıstırap çektiği hakikat, avam için tamamen aynı mânayı taşımamakla beraber, yine hakikat olarak kalıyor. Onun asıl mânası çok daha ince, çok daha derin ve zengindir.

8 — *Bilim için bilim*

Burada, B. Leroy'ya karşı Bilim için Bilim'i müdafaa etmek niyetinde değilmi; kendisi belki bunu mahkûm ediyor, fakat

bizzat kendi nefisini bilime vermiş bulunuyor, zira hakikati seviyor ve arıyor, onsuz yaşaması da mümkün değildir. Ben, sadece bazı mütalâalar önc süreceğim.

Biz bütün olayları bilemeyiz, bilinmeye lâyık olanları seçmemiz lâzımdır. Tolstoy'a göre bilginler bu seçimi gelişi güzel yapmaktadır, halbuki pratik tatbikatı göz önünde bulundurarak yapsalar daha yerinde olurdu. Bilginler ise, aksine, bazı olayların ötekilerden daha ilgi verici olduğuna inanırlar, çünkü bu gibi olaylar ya noksalı kalmış bir ahengi tamamlarlar, yahut pek çok sayıda başka olayları önceden tahmin ettirirler. Eğer yanıhıyorlarsa, içerik bir postülât olarak kabul ettikleri bu olaylar hiyerarşisi boş bir sandan ibaretse, ortada Bilim için Bilim olamaz ve dolayısıyla Bilim de olamaz. Bana gelince, bunda bilginlerin haklı olduğunu sanıyorum. Hattâ yukarda misal olarak astronomi olaylarının pratik tatbikata elverişli olmaları bakımından değil, hepsinden daha fazla öğretici olmaları bakımından, ne kadar yüksek bir değere sahip olduğunu gösterdim.

Medeniyetler bilim ve sanatla kıymetlenir. Bilim için bilim formülü hayretle karşılanmıştır; halbuki, hayat sefaletten başka bir şey değilse, bu formülün hayat için hayat kadar değeri vardır; hatta bütün zevklerin aynı keyfiyette olduğuna inanılmıyor ve medeniyetin gayesinin içki seven

kimselere alkol temin etmek olduğu kabul edilmek istenmiyorsa, Bilim için Bilim formülü saadet için saadet kadar kıymetlidir.

Her faaliyetin bir gayesi olmalıdır. Üzülmeliyiz, didinmeliyiz, şu temaşa evindeki yerimizin bedelini ödemeliyiz, fakat bütün bunlar görmek içindir; yahut hiç olmaszsa başkalarının birgün bizi görmesi içindir.

Düşünce olmıyan her şey sırt yokluktur; zira biz ancak düşünceyi düşünebiliriz ve eşyadan bahsetmek için elimizde bulundurduğumuz bütün kelimeler de ancak düşünceleri ifade edebilir; demek oluyor ki düşünceden başka şeyin varlığını söylemek mânası olmıyan bir tasdiktir.

Bununla beraber - zamana inananlar için garip bir çelişme teşkil etmek üzere-jeoloji tarihi bize gösteriyor ki hayat iki ölüm ebediliği arasında kısa bir maceradır. İşte bu macerada bile, şuurlu düşünce ancak bir an kadar sürmüştür ve sürecektir. Düşünce uzun bir gecenin ortasında çakan bir şimşekten başka bir şey değildir.

Fakat bu şimşek her şeydir.

