# Oppenheimer
# Bilim ve Sağduyu

Onur Öymen

Bilgi Yayınevi

«... bütün gerçek bilgiler, bir defa elde edildikten sonra bir daha kaybedilemezler, insan aklının ve basının özgürlüğünü korumak için her can kendini adamaya hazır olmalıdır».

BİLGİ YAYINLARI : 6
BİLİM DİZİSİ : 2

**Birinci Basım**
**Eylül 1965**

**Bilgi Yayınevi**

Sakarya Caddesi No : 8
Yenişehir, Ankara

Tel : 177403 - 178930

# J. R. Oppenheimer
# Bilim ve Sağduyu

Türkçesi : Onur Öymen

Bilgi Yayınevi

# I

## NEWTON : IŞIĞIN IŞINI

Bilim insanın yaşama koşullarını değiştirmiştir. Maddî koşulları değiştirmiş ve böylece çalışmamızı ve dinlenmemizi değiştirmiştir, fertlerin, insan topluluklarının gücünü ve bu gücün sınırlarını; bilgimizin özünü olduğu kadar öğrenmenin yollarını ve araçlarını, doğru ve yanlış diye yargılara vardığımız koşulları ve biçimleri; değiştirmiştir. Yaşadığımız, sevdiğimiz, öğrendiğimiz ve içinde hareket ettiğimiz toplumların çehresini değiştirmiştir. Bilim bize, yaşantımız süresince güçlü ve etkileyici bir evrenin var olduğu duygusunu vermiştir. Kısaca, bilimsel fikirler insanların kendileri ve evren hakkında sahip oldukları düşünüşleri yenilemiştir.

Bu değişimleri anlatmak kolay değildir. Yanlışlık yapma fırsatları da gittikçe artmak-

tadır. Bilimin ve tekniğin yarattığı büyük maddî gelişmelerin sağladığı imkânlar **(örneğin makinalarda ya da enerjide, hayatın korunmasında, toplulukların şehirleşmesinde, yeni savaş araçlarında, yeni haberleşme ve haber alma araçlarında)** iktisadi siyasetin analizi, tarihin tanınması ve yorumlanması için gerekli malzemenin yalnızca bir kısmını teşkil etmektedir.

Bunlar, insancıl sorunların birbirine karışmış yumağının parçalarıdır ve değerlendirmelerinin de, geçmişe kıyasla, daha kesin ve tam yapılmaları imkânı yoktur.

Bilimsel buluşların, bilim alanına yabancı şeylerin anlaşılması üzerindeki doğrudan doğruya etkilerine gelince; bunlar da fikirler tarihçisinin önüne yukarıdakine benzer bir mesele koymaktadır. İnsanların, kendi düşünceleri hakkında, gerçekten söyledikleri, bu düşünceleri ortaya çıkaranlar ve bunların gerekçeleri gözönüne getirince görülür ki, her çağda olduğu gibi, imkânlar ve beklenmeyen olaylar, bazı kişilerin özel üstünlükleri veya körlükleri, kesin bir rol oynamıştır. Hattâ bazı büyük bilginlere, bilimleri adı altında tam anlamıyla antipatik görüşler ve davranışlar yakıştırıldığı görülmektedir. Einstein ve Newton öyle dayanılmaz ve öyle büyük sentez ve teoriler yaratmışlardır ki profesyonel filozoflarda bazen pek kolay olmayan büyük bir yeniden uyum hareketi doğurmuşlardır. Fakat ışık yüzyılının özellikleri olan maddî ilerlemeye inanış, dine karşı nisbî iyimserlik ve kayıtsızlık Newton'un ka-

rekterine ve uğraşlarına alabildiğine yabancıydı. Gene de bu husus devrin düşünürlerinin Newton'u kendi patronları ve peygamberleri yapmalarını önliyememiştir.

Bağıntılılığı (1) bağıntıcılık (2) olarak ele alan filozof ve halk yazarlarına gelince, bunlar Einstein'ın güçlü yapıtını objektifliğe, maddî dünyanın sağlamlığına ve birliğine karşı bir çıkış olarak yorumlamışlardır. Oysa Einstein teorilerinde apaçık bir şekilde Spinoza'nın insanın en yüksek görevinin objektif dünyayı ve bunun kanunlarını tanımak olduğunu belirten kanaatlerinin yeni bir doğrulamasını yaptığına inanıyordu.

Bilimin, günlük hayatın dilini kullanması; çoğu zaman aydınlatıcı olmaktan çok, yanlışlığa düşürücü bir niteliktedir. Günlük dili kullanmak teknik bir terimin yapabileceğinden çok daha fazla yanlış anlamaya sebep olmaktadır. Çünkü bilimin kullandığı kelimeler - örneğin bağıntılılık, atom, değişme, hareket - arıtılmış, açık ve kesin şekilde belirtilmiş, sözün kısası anlamlarından büsbütün değişik şekilde kullanılmıştır.

Bilimin ortaya çıkardığı gerçeklerle insanın genel düşünceleri: Fizik öteleri, (3) yani gerçek ve en önemli olan üzerine fikirleri; epistomolojileri yani bilgi üzerine fikirleri; ahlâkilikleri, yani insanî meselelerde; doğru, yanlış, iyi, kötü diye düşünme, konuşma, yargı-

(1) **relativité (izafiyet)**
(2) **relativisme**
(3) **metafizik**

ya varma ve davranma biçimleri arasında doğrudan doğruya uyarlıklar bulunup bulunmadığı, eğer bulunuyorsa bunların ne cins uyarlıklar olduğunu düşünmek ihtiyatlı olacaktır.

Bilimsel buluşlarla, genel fikirler arasındaki bu ilişkiler; belirtmek gerekir ki; gizli, içli dışlı ve kavranması güç ilişkilerdir. İşte bu yüzden bu konferansları atom fiziğindeki son gelişmelerde insanlık için kurtarıcı ve yüceltici olan hususları açıklamayı denemek amacıyla verdiğime inanıyorum. Fakat bana göre bu ilişkiler mantık bakımından gerekli değildir. Şöyle ki bilim, metafiziğe karşı olmasa bile; hiç değilse yabancı bir faaliyettir. Özelleştirilmiş bilimlerde elde edilenlerin ve sağduyunun peşinden koşar. Bir şey kattığı, değiştirdiği ya da alt üst ettiği zaman bunu, diğer bir çok şeyleri gözü kapalı kabul ederek yapar. İşte bunun için bilimin iddialarında «gerçek» ve «kat'i» gibi kelimelerin kullanılmasından kaçınmaya yönelmesi birçok kimseyi öfkelendirmektedir. Bilimsel gerçeği ortaya koyduğumuz zaman, bulunuşundaki özel şartlar aklımızdan pek uzaklaşmaz ve onun sınırsız ve evrensel olarak kabulüne karşı, koruyucu bir kalkan gibi göğüs gerer. Birkaç örnek bütün bunları daha iyi anlatacaktır.

Atomları bulduk; bunlar birçok hallerde atomcuların atomlarıyla aynı işi görür. Atomlar maddenin yapıcı unsurlarıdır, serpiştirilmeleri ve hareketleri birçok şeyi açıklar - gerçekte maddenin alışılageldiği şekilde gözlenebilen özel-

liklerinden çoğunu açıklar -. Fakat kendilerini meydana getiren daha küçük ve daha basit parçacıklardan daha sürekli, değişmez ve bozulmaz değillerdir. Dengeli bir şekli ve sonsuz kalıcılığı olan cisimler gibi değillerdir. Bununla birlikte bu gözlemler bizi dünyanın sabit, değişmez ve son derece sert küçük kürelerden meydana geldiği fikrini terketmek gerektiğine inandırabilseler bile, tabiat tarafından doğrulanmazlar. Gerçek, atomların bugüne kadar fizikçilerin gayretlerini boşa çıkardıkları, fakat gene de var oldukları ve yalnızca bunların bulunmasıyla fiziğin son gerçeğe ulaşacağı her zaman ümid edilebilir. Daha da ileri gidilip, deneylerle hiç bir zaman görülememekle beraber, gerçek atomların, fiziğin evreni de dahil olmak üzere, bütün geri kalan şeylerin anlaşılmasına imkân verecek temel gerçeği meydana getirdiği savunulabilir.

Diğer bir örnek : Sinir itilişleri retinadan beyne doğru ilerledikçe, aldıkları biçimin görülen cisme gittikçe daha az benzediğinin ortaya çıkarıldığını var sayalım. Böyle bir gözlem, görüntünün, görülen cismin geometrik bir kopyesi olduğu şeklindeki düşünceyi karıştırıcı ya da değiştirici niteliktedir. Ama onu büsbütün ortadan kaldıramaz ve kaldırmamalıdır da.

Çalışmaları, hattâ inceleme alanı ne olursa olsun, bilgin, yabancı kimselerle düşünce ve duygu ortaklığının, gözlemin ve deneyin sonuçları üzerinde bir anlaşmanın, kendisi ve diğerleri tarafından kullanılan alet, cihaz, nesne ve

usullerden bahsetmek için ortak bir dil kabulünün; gerçeği araştırmasının temelini meydana getirdiğini sezinleyebilir. Bütün bildiklerini, kitaplardan, başka kimselerin sözlerinden ve davranışlarından öğrendiğini farkedebilir. Bunlar, zihninde var oldukça ve bilgin düşündükçe, yalnız kendi bilincinin gerçek olduğu ve geri kalan herşeyin bir görüntüden ibaret kaldığı sonucuna varmaktan belki de çekinecektir. Fakat bu düşünce mantıkla akıldan kovulamaz, zaman zaman bilginin zihnine hâkim olur.

Bütün bilim kolları, genel kanunla, değişken olaylar arasındaki **interrelation**(1) örnekleriyle dolu olduğu ve ilerleme bunların sayılarının artmasına birçok katkılarda bulunduğu halde, bilimin sahip olduğu bilgiler, bilimin uygulaması ve zevki, somut dünyanın değişen olaylarının bir görünüm olduğuna ve yalnızca değişmez ve sürekli fikirlerin gerçek olduğuna ne tanıklık ediyor ne de bunu yalanlıyor.

Atom dünyasında olayların kesin, etkin ya da biçimsel bir sebep tarafından belirlenmediğini öğrenmişizdir. Gerçek de budur. Bu fikre alıştığımız halde, alışılagelmiş cisimler ve olaylar üzerindeki deneylerde, bu nedensellik yokluğunun ne sonucu ne de önemi olduğunu kabul ederiz. Bu buluşların hiçbiri insanları, dünya hakkında nedensellik ya da nedensizlik konuları arasında genel bir seçme yapmaya zorlamaz.

(1) İnterrelation : karşılıklı ilişki.

Bu birçok örnek bazı yeni alanlardaki bilimsel buluşlarla, bir filozofun ya da bir okulun bu konuda kuvvetli ayrıntılarla söyledikleri arasında uyuşmazlıklar olabileceğini göstermektedir. Fakat bu örnekler, aynı zamanda, bilimin ortaya çıkardıklarıyla insanların, dünyanın bilim tarafından henüz keşfedilmemiş ve belki de hiçbir zaman keşfedilmeyecek kısımlarını düşünme tarzları arasında ilişkiler olabileceğini de gösterir. Bunlar mantık bakımından gerekli, mutlak, zorunlu ve bu ilişkilerin temeli üzerine kurulmuş aydın bir toplumun birliğini ve uygunluğunu tam olarak sağlayabilecek bir karakterde ilişkiler değildir.

Fakat bu örnekler, doğrusunu söylemek gerekirse, tabiatten ve araştırmanın şartlarından beklediğimiz gibi, bilginin buluşlarının, tek başına, insanların gerçek ve önemli saydıklarını belirleyemeyeceğini gösteriyorsa, bir çeşit bağın da - fertlere göre değişik görünebilecek ve bilime yabancı birçok etkiye de boyun eğebilen bir bağ - bulunduğunu göstermektedir. Bu bağ, araştırma ile yaratılmış ya da doğrulanmış anlayışlarla, fizik ötesi, epistemolojik, siyasal ya da ahlâki meseleler üzerinde açıkça söylenen düşünceler arasında çoğu zaman, derin ve geniş, bir cins uyuşmadır. Böylece bilimde kritik ve şüpheci bir tutumun başarısı siyasal ve ahlâki alanda şüpheciliği teşvik edebilir. Son derece verimli ve yaygın bir teorinin bulunması, insana ait kurumların basitleştirilmesi yönünden araştırmaları harekete geçirebilir. Aydınlıkların

süratle yayılması örneği, bizi bütün kötülüklerin kökünün cahillik olduğu ve cahilliğin yenilebileceği sonucuna götürebilir.

Bütün bunlar olmuştur ve şüphesiz bundan sonra da olacaktır. Sonuç olarak, bilimin günlük fikirler üzerine yapabileceği olumlu etkiden cesaret alabiliyorsak, bu alçak gönüllülükle ve ilişkilerin kaçınılmaz ve açıkca mutlu ilişkiler olmadığını bir an bile gözden uzak tutmadan yapılmalıdır.

Benim tezim, özellikle atom fiziğindeki yeni kazançlarımızın, insanlığın bilinmeyen meseleleriyle, bilimin bugünkü sahasında ya da şimdiki sınırlarında itiraz kabul etmez şekilde, geçerli, yerinde ve çok gerekli uygunluklar sağladığıdır. Bu yeniliklere gelmeden önce, belki basitleştirmeyi ve tezadı zorlayarak, bu yeniliklerin düzeltebileceği bilgilerin ve inançların bir taslağını yapmak gerekliliğini duyacağım. Bu vesileyle, şunu hatırlamak yerinde olacaktır ki, atom fiziği buluşlarını yayan, anlayış ve toplum hakkındaki genel kavramlar, mutlaka olağanüstü, bilinmeyen ya da yeni değildirler. Bizim kültürümüzde bunların geçmiş örnekleri vardır. Budist ve Hint düşüncelerinde ise daha merkezi ve daha hatırı sayılır bir yer tutarlar. Bizim bulduğumuz, antik bilgeliğin tanıtlaması, doğrulaması ve arıtılmasıdır.

Çağımızın gelişmesinin meydana geldiği sahnenin iki taslağını çizmek istiyorum. Bunlardan biri, Descartes'in doğumu ile Newton'un ölümü arasında biçimlenmeye başlayan, bütün

XVIII'inci yüzyıl boyunca süren ve uçsuz bucaksız zenginlikler ve yeniliklerle, yüzyılımızın başında hâlâ temel görünüm olan maddesel dünyadır.

İkinci taslak, bugün geleneğimizi derin şekilde etkilediğini gördüğümüz ve bize hem gerekli hem de yetersiz görünen bu ışık çağına özgü çizgilerle, XVII'nci XVIII'inci yüzyıllardaki bilimin, aydınlara ve iş adamlarına esinlendirdiği metodları, ümitleri, program ve ruhu kapsamaktadır.

XVII yüzyıl, fizik dünyasının tablosunu çizdığı zaman, diğer büyük devrimler bitmiş ve hemen hemen unutulmuştu. Serbest burakılmış bir cismin tabii hâlinin durgunluk mu yoksa tek düzenli hareket mi olduğu konusundaki yüzyıllık çatışma, akılları artık karıştırmıyordu : Newton'un birinci kanunu, günlük deneylerin tamamen dışında olarak, büyük bir keşif getiriyordu; tek düzenli olduğu sürece hareketin ne sebebe ne de açıklamaya ihtiyacı vardı. Daha az derin fakat daha patırtılı olan Kopernik, devrimi tamamlanmıştı: dünya güneşin etrafında dönüyordu. Fizikî evren, hareket halindeki maddeden meydana gelmişti: bu, cisimlerin sebepsiz değişmeyen hareket miktarının ve bu miktar üzerine etki yaparak onu değiştirmek isteyen kuvvetin yardımıyla açıklanıyodu. Bu sonuncusu ani ve doğrudan doğruya uygulanan bir kuvvetti. Hareket miktarını değiştirmeye yöneliyordu ve her yörünge, cisimleri tek düzenli hareketlerinden ayıran kuvvetler sayesin-

de tahlil edilebiliyordu. Maddesel evren diferansiyel hesapla yöneltiliyordu. Belli bir noktada ve belli bir andaki kuvvetler ve hareketler son derece yakın bir noktada ve bir andaki kuvvet ve hareketlere bağlıydılar. Öyleki, maddesel dünyanın bütün oluşumu gittikçe daha küçülen anlara bölünebilir ve bunların her birisindeki değişimin sebebi kuvvetlerin bilinmesiyle ortaya çıkarılabilirdi.

Evrensel çekim kanunu ile Newton, kozmik alanda bu kuvvetlerin en büyüğünü buldu; bu, boşlukta gezegenlerin hareketini ve göktaşlarının dünyaya düşüşünü düzenleyen kuvveti, Gittikçe birbirine yakın olarak yayılan, bir andan bir ana, bir noktadan bir noktaya başgösteren bir şey miydi bu; yoksa, birbirinden uzaktaki cisimler arasında bir cins mukadder **interaction,** genel olarak var sayılan bir özellik miydi? Newton bu soruya hiç cevap vermemeliydi. Fakat o, ve daha çok Huygens, ışığın yayılmasını inceleyerek kesin bir görüşün temellerini ortaya koydular. Bu görüşte, atom culârın boşluğu çok daha az boş oluyor ve burada bulunan cisimlere özellikler yakıştırılarak, bunların da çok uzaktaki cisimler üzerinde etki yaptıkları kabul ediliyordu.

Ancak XIX yüzyılda Faraday ile, uzayın bütünlüğü ve yalnız maddesel parçacıkların kütlelerinin meydana getirdikleri çekim kuvvetlerinin değil, fakat bu cisimlerin şarj olmalarından doğan elektrik ve manyetik kuvvetlerin de alanı olduğu anlaşılmaya başlanılmıştı.

Newton'un çağından beri, maddesel cisimlere katılıklarını vermek için çok büyük kuvvetlerin işin içine girdiği anlaşılıyordu. Newton şöyle yazıyordu :

**«Bana öyle geliyor ki, başlangıçta Tanrı; cismi; sağlam, ağır, sert, içinden hiç bir şeyin geçemeyeceği, parçacıklar halinde; hareketli, belirli boyut ve biçimli, belirli diğer özelliklerle teçhiz edilmiş ve boşlukta yapıldıkları amaç için uygun oranlarda yaratmıştır ki, bu ilkel parçacıklar, katı olduklarından, hiçbir gözenekli cisimle kıyas kabul etmeyecek kadar serttirler. Hattâ o kadar serttirler ki, hiçbir zaman ne aşınır ne de kırılırlar. Alışılagelmiş hiçbir güç, Tanrının, ilk yaratılış sırasında tek olarak yaptığını bölmeye muktedir değildir».**

Newton, atomları birarada tutmak ve maddeyi yapmak için olaganüstü kuvvetlerin gerektiğini görmüş; fakat bir esrar ve bir çekinme hissi duymaksızın, bu güçlerin var olabileceğini düşünmemiştir. O, bu kuvvetleri, hangi anlaşılmaz ilişkilerin çekim kuvvetine bağladığını bilmiyordu, bunu biz de hâlâ bilmiyoruz. Fakat birçok çağdaşı ve takipçisi için bir kere kuvvetler bilinince tabiatın bütün gidişinin önceden kestirilebileceği ve çekim kanunlarının bulunabildiği yerde diğer kuvvetlerin gözleme ve analize yerlerini bırakacağı inancı karşısında bu soruların önemleri azalmaktaydı. Ancak yüzyılımızda, tabiatın nokta nokta, an an, ayrımsal anlatımı ile kanunun ve olayın global bütünlüğü arasında çatışma ve açıkca uyuşmazlık durum-

larıyla karşı karşıya gelinmeye başlamıştır. Ancak, yüzyılımızda, bir yandan cisimler ve atomlar diğer yandan da ışıklarla, elektrikle ve çekim kuvvetleriyle dolu uzay arasındaki bu beklenmeyen ve yabancı ilişkilerin ortaya çıktığı gözlenmeye başlamıştır.

XVIII yüzyıl için dünya dev bir mekanizmaydı. Bu, ağırlığın ve diğer kuvvetlerin, tabiattan ya da Tanrının böyle istediğinden, cisimlere içinden bağlı olduğu, ya da bu ağırlığın ve kuvvetlerin hareket kanunları kadar kesin kanunlar vasıtasıyla uzayda bulunan cisimlerden geldiğine inanılan nedensel bir dünyaydı. Her olayın tam, bütün, ani ve etkili bir sebebi vardı. Büyük makinenin belirlenmiş bir akışı vardı. Prensipte ve belki uygulamada da, onun şimdiki durumunun ve bu yüzden bütün geleceğinin bilinmesi gerekiyordu. Dünyamızdaki cisimler - uzay cisimleri, içinden hiçbirşeyin geçemeyeceği atomlar ve bütün yaratılan şeyler - gözlemle ve deneyle bulunuyordu. Fakat bunların varlıklarının ve özelliklerinin kendilerini ortaya çıkaracak gözlemlerle değiştirilebileceği ya da etkilenebileceği hiç kimsenin aklına gelmeyecekti. Dev makina , yalnızca nedensel ve belirlenmiş değildi, aynı zamanda objektifti, şu anlamda ki, insanın hiçbir hareketi ya da müdahalesi onun durumunu değiştirmiyordu.

Bu görünüme cevap veren bir dünya, cismi fikirden ayıran uçurumu ancak daha derinleştirebilirdi.

Maddî dünya, tenkitçi görüşün ve akıl dışı ve mistik olan son safhasında, Locke ile meydana çıkıp, bereket versin bugün bile tam anlamı ile yok olmayan, bilinen ile akıl arasındaki bağların yerleşmesine yardımcı olmuştur.

Belirtmek gereksizdir ki, XVIII. ve XIX. yüzyıllarda tamamlanan bilimsel gelişmelerden çoğu daha sonra, dev makinanın ve onu, inceleyen, özelliklerini tahlil eden araştırıcının aklından ayıran uçsuz bucaksız uçurumun ilk görünüşünü değiştirecek, karıştıracaktır.

Fizik kuvvetlerin değerlendirilmesine insanın cahilliğini açık bir faktör olarak ekleyen büyük istatistikî gelişmeler için de durum aynıdır. Sonuç ne olursa olsun, olayların maddenin hareketine çok az benzediği kimyada da bu böyledir. Daima ap-açık ve kaçınılmaz olan hareket halindeki maddenin ilk bakışta olduğu gibi daha derinleştirilmiş tahlillerin sonucunda da, biyolojik biçimlerin ilginçliğini yapan şeylere ikinci derecede bağlı göründüğü biyoloji bilimlerinde bu daha da doğrudur.

Her şeye rağmen tabiatın, sonunda fiziğe, dev makinaya müncer olacağına az ya da çok katiyetle inanılıyordu. Tabiat dünyası, madde, uzay, hayatın gelişimi konularında edindiğimiz bilgilerin zenginliği bir yana, bu dev makina bizim için hâlâ objektif dünyayı temsil etmektedir.

Newton'un dünyası üzerindeki bu anlayış son derece basitleştirilmiştir. Fakat insanların bilimleri, güçleri, yeni ümitleri ile; bu dünya-

yı basitleştirmeksizin, şeklini değiştirmek için yaptıkları şeyleri belirtmek belki de imkânsızdır. XVIII yüzyıl için bilim sonuçlanmış bir teşebbüs değildi ve eğer öğrenilenlerden gözler kamaşıyorduysa bile, bütün bilinmiyenler gene de görülebilirdi. Mantıksal zekâ bir neslin, ya da bir kimsenin eseri olmamalıydı; iddia edildiğine göre Descartes da buna inanır görünüyordu. Yakın bir geçmişin buluşları, bütün bilinmesi gerekenin çoktan beri bilindiği görüşünü desteklemeğe imkân vermiyordu. Birçok şey her halde bir Rönesans taklidiydi.

İnsanların giriştikleri bu buluşlar yolculuğu uzun bir geziydi. Bunu sürdürmek için zekâlarına, kaynaklarına ve sabırlarına ihtiyaç vardı. Fakat bu, başarmak için girişilmiş bir teşebbüstü ve fiziğin buradaki rolü ve başarısı aklın bütün teşebbüslerinin ruhunu belirliyecekti. Kimyanın, psikolojinin ya da politikanın Newton fiziğine açıkça yaptıkları yakıştırmaların çoğu kaba ve kısırdı. XVIII. yüzyılın iktisadi ve siyasi teorisinde Newton metodolojisinden gelen ne varsa bunlar, okurların en özenlisi için bile anlaşılması çok güç şeylerdir. Bu durum matematiğin analiz metodlarındaki deney eksikliği ve uygulama imkânsızlığı ile açıklanmaktadır. Işıklar yüzyılı için fiziğin söylemek istediği bu değildi.

Bu bir ruh yapısı, bir başarı alışkanlığı, devrin tam anlamıyla ayırt edici bir niteliği olan toplumun anlayışı idi. Bunlar özellikle, bu tarihlerde Avrupa'da daha sonra da Ameri-

ka'da teşekkül eden bilgin cemiyetlerinde de görülmektedir: Royal Society'de, Academie Française'de, - bu sonuncusu çok daha ihtiraslı çok daha devrimci ve çok daha sistematiktir -. Aklın gücüne ve insanın bilgilerinde ve dolayısiyle davranışlarında ve hayatında sürekli ve hemen hemen mukadder bir gelişme duygusuna güvenle inanmışlardı. Bu kurumların temeli, üyelerinin bir teoriyi sınaması, ya da doğrulamaya ayrılmış kesin deneyleri çoğu zaman kendi gözleri ile görerek görüş birliğine varmaları, eleştirme ve tahlil için kollektif kolaylıkları, matematik metodlarının gerektirdiği bütün objektiflik ve kesinlikle yaygın şekilde uygulamalarıydı. Bilgilerin ilerlemesi için toplanmışlardı. Tenkitçiydiler, yanlışları düzeltmeğe doyamazlardı, buna rağmen hoş görürlüydüler, çünkü yanlışların yeni bilgilerin elde edilmesinde bir aşama olduğunu biliyorlardı. Geniş, liberal ve uluslararası teşkilâtlanmalarından, akıllarından ve zekâlarından gurur duyuyorlardı, ve yeni bir özgürlüğün hayranlığa değer duygusu ile doluydular. Devrin bazı yazılarını okuyarak bu konuda biraz fikir sahibi olmak mümkündür. Royal Society'nin ilk tarihi, bir tarih olmadıktan çok bir yüceltmedir. Kuruluşundan birkaç yıl sonra kendisini tanıtmak ve kendisini çekiştirenlere karşı savunmak için yazılmıştır. Piskopos Sprat şöyle diyordu :

**«Arzuları, kısaca, bilgi sahibi oldukları bütün tabiat ve san'at eserleri hakkında sadık raporlar yazmak ve böylece çağımızın ve ileriki**

kuşakların uzun bir uygulamayla kuvvet kazanan yanlışları görmelerini sağlamak, kenarda bırakılan gerçekleri düzeltmek, bilinenlerin daha değişik alanlarda kullanılması için bunları ileri götürmek ve henüz ortaya çıkmamış şeylere giden yolu açmak. Amaçlarının alanı buydu.

El ile beyin arasında bozulmaz bir uygunluk kurmak, onu aralıksız gelişen bir duruma getirmek için gayret gösterdiler. Bu uygunluğu yalnızca bir mevsimlik ya da birkaç buutlu tesadüflük bir girişim değil, kalıcı, sağlam, sürekli, popüler ve aralıksız bir iş haline getirmeğe çalıştılar.

İşaret etmek gerekir ki, farklı dinlerden, ilkelerden ve mesleklerden kimseleri serbestçe kabul ettiler. Onlar kendi beyanlarındaki liberalizme hiç sadık olmamak zanni altında bırakıldılar. Çünkü, bir İngiliz, bir İskoç, bir İrlanda, bir Papalık ya da bir Protestan felsefesi değil hümanist bir felsefe kurmak istediklerini açıkça söylüyorlardı».

Bu beyanatı okuyunca aktüalitenin sürükleyen etkisinden ve bir cins özlemden kurtulmak kolay olmuyordu. Çünkü hayatımızın akışındaki olaylar bu basit ve asil ideallere pek az karşılık teşkil ediyor. Bu, belki de, bütün bu cemiyetlerin yüzyıllar boyunca süren hıristiyanlık hayat ve geleneklerine neler borçlu olduklarını tam anlamıyla unutmayı başaramadığımızdandır. Araştırmalarında ve düşüncelerinde ve bütün ruhlarında, elde edilmiş gözü ile baktıklarının çoğu bu cemiyette tanınmayacak derecede de-

ğiştirdikleri bir hayat görüşünden ve bir geçmişten ileri gelmektedir. Programları da, insanları ve hatta bağlandıkları düşünüşlerini dahi bir hayli değiştirmiştir.

Bununla birlikte, böyle düşünceler XVIII. yüzyılın tadını kaçırmıyor ve bu küçük ışına, insanların gittikçe gelişen ve gitgide daha akılcı olan, dünya ve kendileri üzerindeki bu yeni düşüncelerine gerçek gölgeler düşürmüyorlardı. Yüzyılın sonlarında, büyük ölçüde aydınlıklar felsefesiyle hayat bulan ve beslenen başka bir ülkede vatansever ve namuslu bir adam bir mektup yazıyordu. Yapmakta olduğu çalışmalara dair sorular soran genç bir dosta cevap veriyordu. Direktuarın son günlerinde, tarihin gidişinin ürkütücü ve radikal bir şekilde Fransız akademisi üyelerinin öngördüklerinden farklı bir istikamete yöneldiği sırada yazıyordu mektubunu. Amerika Birleşik Devletleri Başkanlığını üzerine almazdan iki yıl önce yazıyordu bu mektubu. Bu ülkede özgürlüğün, gelişmenin ve insanın akılcı tabiatının sancağını her zamankinden daha kuvvetle ve bir yüzyıldan daha fazla bir süre için yükseltecekti.

**«Ben, insan karakteri için genellikle iyi bir düşünüş sahibi olanlardanım, insanın toplum için yaratıldığına ve tabiat tarafından toplum halinde yaşamaya elverişli şartlarla teçhiz edildiğine inanıyorum. Sizin de yazdığınız ve Concordet'nin de dediği gibi, insan aklının, bugün henüz düşünemediğimiz bir seviyede yetkinleşebileceğine inanıyorum..., bilim hiçbir zaman**

gerileyemez, bütün gerçek bilgiler, bir defa elde edildikten sonra bir daha kaybedilemezler, insan aklının ve basının özgürlüğünü korumak için her can kendini adamaya hazır olmalıdır, çünki biz, istediğimiz gibi düşündükçe ve düşündüğümüz gibi konuştukça, insanın durumu iyileşmeye devam edecektir. Sahneden çekilen nesil, desteklediği savaşlar ve dünyaya binlerce yıl hükmetmiş olan despotluğun akışını durdurduğu için insaniyetten çok şeyler almaya lâyık olmuştur. Eğer kazanılanların yeniden kaybedilmesi tehlikesi var görünüyorsa, bu tehlike sizin neslinizden geliyor. Fakat gençlik, özelliğini teşkil eden heyecanla, özgürlük ve bilime bir ana baba katili gibi el kaldırırsa, bu öyle tabiata aykırı ve korkunç bir olay olur ki, ben bunu çağımızda ve ülkemizde mümkün olabilecek şeyler arasında saymıyorum.»

Mektubunu yazan Thomas Jefferson'du.

## HAREKET OLARAK BİLİM : RUHERFORD'UN DÜNYASI

İnsan yaşamı, kültür ve gelenek kavramlarının ayrılmaz bir parçası olan bütünleştirici bir görünüşe sahiptir. Geçmiş şimdiki zamanı yöneltir, onu değiştirir, yumuşatır, bazı bakımlardan sınırlar, bazı bakımlardan zenginleştirir. İnsan Caucher'i okuduğu için Shakespeare'i, Sheakespeare'i okudu için Milton'u daha iyi anlar. Tükidides'i tanıyarak Trevelyan daha iyi değerlendirilir. Vermeer'i de gören, Cezanne'i daha iyi gözlerle görür, Locke Aristodan, Saint Matthieu Job'dan sonra daha iyi anlaşılır. Fakat tatbikatta, insanın en yeni bir şeye yaklaştığı zaman en eskiyi de bildiği nadirdir; Job'un Saint Matthieu'yü aydınlattığı doğruysa, Saint Matthieu'nün de Job'u aydınlattığı daha az doğru değildir. Aynı şekilde eski edebiyata pek dalmadan bugünkü edebiyatın büyük bir kısmını an-

lamak mümkündür. Aynı şekilde, Sheakespeare'den öncekileri ve onun duyarlığını etkileyenleri hiç bilmeksizin Sheakespeare'in söylemek istediği ve düşündüğü anlaşılabilir.

Bilimin bütünleyici özelliği çok farklı ve çok daha temellidir. Bu, insanın kendi üstesinden gelemediği şeyleri anlamasında karşı karşıya gelinen büyük güçlüğün sebeplerinden biridir, bu yüzden Hobbes bilimden bahsederken **«tabiatın ne olduğunu kimse anlayamaz, sadece yüksek bir bilgi derecesine sahip olanlar ona ulaşmışlardır»** diye yazmaktadır.

Bunun en az iki sebebi vardır : Birincisi, yeni buluşlarla eskiler arasındaki ilişkiyle ilgilidir; diğeri gelişmede araç olarak eski çalışmaların kullanılmasıdır. Tabii dünyayla ilgili bir buluş eski bildiklerimizin ayağını kaydırmaz, fakat onu aşar, çünkü, yeni bir deney alanında bulunulmaktadır ve buraya çoğu zaman, yalnızca eski bilgilerin tam olarak kullanılmasıyla ulaşılabilir. Işığın, Huyges ve Fresnel'in gözünden kaçan özellikleri olduğunu bildiğimiz ve bu özelliklerin atomik olayların bütünü içinde hayatî bir önemi olduğunu kabul ettiğimiz halde, bunların çalışmaları her zaman olduğu gibi gereklidir. Newton'un çekim kanunu ve hareket denklemleri, fiziğin uçsuz bucaksız bölümlerinde uygulanmaktadır ve daha geniş başka alanlarda Einstein'ın daha genel kanunlarının yer alması bunların gücünü azaltmamıştır. Kimyadaki değer teorisi, elektronların ve çekirdeklerin davranışı dolayısıyla kimya birleşmelerinde ne-

lerin olup bittiğinin anlaşılmasından sonra açıklanmış, berraklaştılmış ve biraz genişletilmiş fakat itibarını kaybetmemiştir ve insan kimya ile ilgilendiği sürece bu teorinin hizmette bulunacağına inanmak için çok sebep vardır. Onların ortaya çıkardıkları, olayların sağlam temelleri ve kanunlar bütün bilim tarihi boyunca yaşayacaktır, bunlar arıtılmış ve yeni bütünlere uydurulmuştur, fakat hiçbir zaman ihmal edilmemiş ya da bir yana bırakılmamıştır.

Fakat bu tek sebep değildir. Bilimsel gelişme içinde her adımda, dün bir inceleme ve ilgilenme konusu olan şeylerin bugün anlaşılmış, bilinen ve alışılmış bir cins postüla, yeni buluşlar için bir araştırma amacı oldukları görülmektedir. Bazen, bilgimizi genişletmek için kullanılan amaç, deneyci tarafından pek az değiştirilmiş ve yöneltilmiş bir tabii olay oluyor. İki polarılmış ışık demeti elde etmek için Spaty kristalleri kullanmasını biliyoruz. Aynı şekilde kozmik ışınlar, hem kendileri bir araştırma konusu teşkil ediyorlar, hem de ilkel maddenin tabiatte ve laboratuvarda özelliklerinin ve başka bir maddeye çevrilmelerinin araştırılması için eşsiz güçte bir araç oluyorlar. Bazen eski bilgiler, bir tabii olayla değil de bir müdahaleyle ya da karmaşık bulgular piramidiyle, yani bir teknikle somutlaştırılıyorlar.

Biyolojik ve fizik dünya araştırıcısının araçları arasına, son savaşdaki teknik mükemmeliyetin bir sürü yeni örneği katılmaktadır. Bunlardan ikisini hatırlayalım. Radar - uzunlu-

ğu nisbeten az olan elektromanyetik dalgaların mikro dalga meydana getirmesi, kullanılması ve tesbit edilmesi - İngiltere'deki savaşta destanlık bir rol oynamıştı. Bu araç, o zamandan beri, atomatik moleküler ve hatta nükleer meselelerin araştırılmasında yeni imkânlar sağlamış ve böylece tatbikatta, elektronların protonların ve nötronların **interaction** kanunları üzerine buluşlara imkân vermiştir.

Nükleer reaktör tekniği, uranyum fisyonu ve atomik çekirdeklerle çarpışan neutronların durumları hakkında daha çok yeni elde edilen bilgileri maddeleştiriyor. Somut bir şekilde ortaya koyuyor; ancak bugün, radiasyonları yöneltilmiş ve iyice anlaşılmış değerli bir alet, maddenin bugüne kadar güçlükle anlaşılabilen özellikleri hakkında bize bilgi vermektedir. Atom reaktörleri tarafından profusion yoluyla elde edilen yapma radyoaktif cisimler, çeşitli atomların kimyasal ve biyolojik değişimlerdeki ilerleyişlerini izlememize imkân vermektedirler. Bunlar, özellikle biyolojide, alet donatımımıza ve tekniklerimize, mikroskopla kıyaslanabilecek önemde bir katkıda bulunmaktadır.

Yeni bulunan tabii olaylara dayanan tekniklerin bütünüyle kabul edildiğini ve tamamen anlaşıldığını söylemek basitleştirmeyi aşırı götürmek olur; fakat bütünü göz önüne alındığında bu doğrudur. İyi bir aletin ustayı tamamladığı, kalemin yazarın elinde ayrı bir cisim olmaktan çıkıp neredeyse sahibinin varlığına karıştığı, iyi bir binicinin bindiği atın, bir

an için, bakım ve inceleme konusu bir hayvan olmaktan çıkıp, «insan - at» bütününün bir unsuru olduğu gibi, bu teknikler de deneyciyi tamamlar. Aynı şekilde, elde edilen bilgiler ve bilimsel buluşlar bilgin için bir uzantı, yeni bir görüş, yeni bir hareket dünyası haline gelirler.

Burada bir ihtiyat payı ilâve etmek gerekir. Hiçbir deneyci doğru işlediğini kontrol etmeyi ihmal edecek kadar teçhizatına güvenmez, fakat teçhizatının, yerleşmiş olarak kabul ettiği teorik işleyişinin üzerine yeniden dönmeyi de düşünmez. Buluş, sadece bir zekâ buluşu değil de pratik bir deha örneği olduğu zaman da durum böyle olabilir. Davranışı henüz çok eksik bir şekilde anlaşılmış olmasına rağmen fotoğraf plağı yıllardır bilimsel bir araç olarak kullanılmaktadır. Bütün makinalar bozulabilir, laboratuvarlarda böyle hadiseler seyrek değildir. Binici ile bütünleşmeden önce at nallanır, gem vurulur ve beslenir. Bununla birlikte bilgilerimizi bildiklerimizi artırma yönünde kullanıyoruz.

Sürekli olarak şüphe etmek ve bütün öğrenilenlerin gerçek olup olmadığını söz konusu etmek bir bilginin düşünüşüne yabancıdır. Einstein **«Bir saat nedir?»** şeklinde değil de **«Saatleri uzak bir mesafede ve büyük bir kesinlikle nasıl eşzamanlı yaparız?»** şeklinde bir soru sormuşsa burada bir bilimsel şüphecilik görmemek gerekir. Burada yeni bir kesinlikle ve yeni bir bütün içinde yapılan deneylerin orta-

ya çıkardığı çatışkılar anormallikler ve şaşkınlıklardan hareket ederek yeni bir sentez yaratan şüpheci bir akıl görmek gerekir. Bütün bunlardan, bilimin çok özel bir anlamda bütünleştirici olduğu ortaya çıkmaktadır. Çağdaş bir deneyin anlamı, bu deneyin kavranılışında rol alan araçların ve bilgilerin neler olduğunun anlaşılmasıyla bilinebilir. Bugünün bilimsel gelişmelerinin halk için böylesine anlaşılamaz görünmesinin sebebi kısmen budur. Bugünkü bilimin buluşları dünkü bilimi meydana getiren cisimlerden, kanunlardan ve fikirlerden hareket edilerek tanımlanabilir. Bu yüzden öğrenci, bilimsel çalışmalarında çekinmeden kullanacağı olayları ve teknikleri öğrenmek için uzun yıllar geçirir. İster artist, ister bilgin, ister iş adamı olsun, kanunun dışındaki bir kimsenin, ucunda buluşun ışığının parladığı tünele girmeye cesaret edemeyişinin nedeni de budur. İnceleme konusu olan bir cismin bir araç haline gelmesinin klasik örneği Rutherford ve $x$ parçasının hikayesidir.

Bu hikâye bizim bir süre izlememiz gereken ve bizi atom fiziğinin tam kalbine götürecek olan yolun hikâyesidir. $\alpha$ parçacığı helium çekirdeğinin aynıdır; birçok radyoaktif madde tarafından çıkarılan bu parçacık, Rutherford ve bütün okulu için, atom dünyasının incelenmesine güçlü bir araç olmuştur.

Bu bilginin ilk çalışmaları herşeyden çok radyoaktif ailelerin harikulâde tarihini yapmağa ayrılmıştı — bu ailelerin kaynağı uranyum

ve teriyum gibi ağır elementlerin kendiliğinden oluşan değişimleriydi —. Tabiat tarihinin rolü, çeşitli maddeler arasındaki genetik münasebetleri ortaya çıkartmak olmalıydı. Bu maddelerin bir kısmı, diğerlerinin parçalanmasıyla ortaya çıkmakta ve bunlar da yeni değişimler yoluyla bir maddeler gurubunun meydana gelmesine sebep olmaktadır. Tabiat tarihi, radyoaktif cisimlerin kimyasal özdeşleşmesini, dağılma hızlarını ve içlerinden bazılarının farklı ayrılma tarzlarının ortaya çıkmasına vesile olur.

Öte yandan bizi farklı 3 tip radiyasyonun varolduğunu meydana çıkarmaya da götürür. Bu radiyasyonların hepsi er geç bu **geneologiques** tarihte yer alırlar. Daha ilerde gene rastlayacağımız özdeşleşme, ortaya çıkan parçaların bazı temel niteliklerinin bilinmesini gerektirir. Bu özdeşleşme, biraz ilerde göreceğimiz gibi bir tek parçacığın kolaylıkla gözlenebilecek etkiler yapabilmek için yeterli olmasını sağlamıştır.

Parçacıkların temel nitelikleri arasında kütle ve elektrik yükü vardır. Büyük mikyastaki elektrik ve manyetik alanlarda parçacıkların davranışı araştırılırken ve Newton kanunları yardımıyla bu parçacıkların hareketleri tahlil edilirken ilk bulunanlar da genellikle bu kütle ve elektrik olmuştur. Aynı metodlar, bu parçacıkların madde içindeki yayılma hızlarını ya da enerjilerini ve bunun azalışını ölçmeye de imkân vermektedir. Daha ileri bir safhada, bir atomik veya nükleer dağılmanın ürünleri ba-

zen daha derin bir şekilde incelenebilir. Bu ürünler, yük miktarına kıyasla, elde edilmesi daha güç olan elektromanyetik özelliklere; örneğin küçük bir manyetik moment'e sahip olabilirler. Bir yapıları ya da bir boyutları olabilir. Fakat bütün genel özdeşleştirmeler, radiasyonların iyi bilinen ve laboratuvarlardaki klasik elektrik ve manyetik alanlar gibi deneysel olarak değiştirilebilen, reaksiyonlarından hareket edilerek yapılabilir.

Tabii radyoaktif cisimlerin saldığı $\alpha$ parçacığı, Rutherford'un olgunluk yıllarında en etkili deney aracı haline gelmiştir. Bu parçacık ancak 1930 dan; sun'i olarak hızlandırılabilen çekirdekler yapıldıktan sonra tamamlanabilecektir. Atomlar, çekirdekler ve maddeyi meydana getiren bireyler üzerinde en büyük bilgiyi veren deneylerin başlıca iki özelliği vardır. Biri yapıyla, diğeri ölçekle ilgilidir.

Bir deneyin yapısı üç kısımdan meydana gelir. Birinci kısım tabii haldeki maddeyi karakteristik bir şiddetle dövmeye yani bu maddenin düzenini bozmaya yarayan bir cins mermi, örneğin $\alpha$ parçacığının rolüdür. İkinci kısım, saf ya da kontrol edilebilir ve yönetilebilir bir karmaşıklığı haiz biçimdeki maddeden yapılmış olan hedeftir. Üçüncü kısım da düzenin bozulmasından doğan ürünleri ayıran ve kaydeden bir sayaçtır.

Mermi — hedef — sayaç şeması evrensel değildir. Atomik sistemlerin incelenmesinin tek yolu $\alpha$ parçacıklarıyla yapılan bombardıman de-

ğildir, fakat hemen hemen bütün öğrendiklerimzi, hiç değilse kısmen, bu deneylerden doğmakta ve belki de deneyler tarafından aydınlatılmaktadırlar.

Çarpışmalar ve «transmutations» lar tek tek ve atomlar halinde iki durumda incelenebilir.

İlk durum şudur, nükleer değişmelerde ve özellikle kozmik ışına ve üstün hızlandırıcılara bağlı olan değişmelerde, tek bir atomik tepkinin karakteristik enerjisi, kimyasal enerjilere kıyasla pek büyüktür. Bu enerji yüzbinlerce hatta milyonlarca atomda görülebilecek fizik ve kimyasal değişimleri meydana getirecek kadar büyüktür.

İkinci durum, bu enerjilerin tesbit edilme sistemlerinde kullanılması için sarfedilen ustalıkta görülebilir. Rutherford deneylerindeki sayaç bugün artık iyice bilinmektedir. Bunlardan biri ışıklı bir ekrandır. Çarpışma anında bir parçacık bu ekran üzerinde mikroskopla kolayca görülebilen ışıklı bir parıltı meydana getirir. Bir diğeri, C.T.R. Wilson'un meşhur, sis odasıdır. Söylendiğine göre, bu sistem, Wilson'un doğum yeri olan İskoçya'nın sisine, bulutlarına ve yağmuruna duyduğu eğilimden meydana gelmektedir. Sis odasına gönderilen yüklü parçacıklar oda boyunca hareket ederken su damlacıklarının bunlar üzerinde yoğunlaşmasıyla parçacıkların çizdiği yol gözlenebilir. Üçüncüsü bir sayaçtır. Yüklü bir parçacık bir gaz içinden geçerken gazı iyonlaştırır. Böylece

sayaçta gözlenebilen bir elektrik boşalmasına yol açılır ki, bu da elektronik devreler vasıtasıyla büyütülebilmekte ve tahlil edilebilmektedir.

Bunlara eklenen birçok başka sayaç da mevcuttur. Elektronik büyültmede ve tahlilde bu sayaçlar büyük bir kesinliğe ve güce ulaştırılmışlardır. Fakat bunların tek bir atomun değişmesi sırasında meydana gelen önemli enerjiden ve bu enerjinin erişilebilir hale getirilmesi için büyütülmesi imkânlarından pay alacağı daima düşünülmektedir. Bir nükleer laboratuvardaki sayaçların gürültüsü lambaların parıltısı ve bazen çanların çalması canlı ve doğrudan doğruya çeşitli atomların durumlarının ve davranışlarının örtüsünü kaldırmakta ve Epikürle Newton'un ele geçirilmez, gizli ve uzak parçacıklarını ortaya çıkarmaktadır.

Rutherford ve onun $\alpha$ parçacıkları ile sayaçları kırk yıllık eski bir tarihe aittir. Bunlar, atom fiziğinin, nükleer fiziğin, göstermek amacında olduğum büyük bilimsel ihtilâlin çağdaş araştırmalarda bizi şaşırtan ve düşündüren yeni gelişmelerin - başlangıcıdır. Tabiî radyoaktif elementlerden salınan $\alpha$ parçacıklarıyla Rutherford atom çekirdeğini ve atomun nükleer modelini bulmuştu. Sonra diğer deneysel veriler, onun, çekirdeklerin kütlesini ve yükünü bulmasına ve Mendelieff'in elementler tablosunu mantıkileştirmesine yardımcı oldular. Rutherford $\alpha$ parçacıkları sayesinde nükleer maddeye ulaşmayı ve bunun boyutlarını

ölçmeyi başarmıştır. Nükleer maddenin **transmutation** (1)'unun mümkün olduğunu göstermiş, onu meydana getiren şeylerin hiç değilse bir kısmını tesbit etmiştir.

Genel olarak, maddenin bir parçasından geçen $\alpha$ parçacıkları kayda değer bir sapma yapmaksızın gittikçe yavaşlar. Fakat bunlardan biri şiddetle yön değiştirir, önemli bir gücün etkisindeymiş ya da çok küçük ve çok sert bir cisme çarparmışcasına çok belirli bir açı ile sapar. Rutherford kanunu bu olayları basit bir şekilde ele alır. Şöyleki; $\alpha$ parçacıklarına etki yapan güçler fizik için yeni değildir. Bu güçler atom çekirdeğinin ve $\alpha$ parçacığının elektrik yüklerinin birbirini itmesidir. Mürver özünden artı yüklü iki küçük topun basit deneyinde ortaya çıkan özellik gibi. Bu iki top, yükleri aynı olduğundan, Newton'un çekim kanununa çok benzer bir kanuna, Colomb kanununa uyarak birbirlerini iterler. İtme gücü her iki yüklü cisim arasındaki mesafenin karesiyle ters orantılıdır. Atom çekirdeğinin yükü, ihtiva ettiği protonların yükleri toplamına eşittir. Bu da, hidrojen çekirdeğinin atom içindeki elektron miktarını belirten atomik sayıyla çarpımından elde edilir. Atomik sayı, elementi bütün kimyasal özelliklerini ve periyodik tablodaki durumunu da gösterir.

Çekirdeğin kütlesi atomik ağırlık ile belirtilen atomun toplam kütlesinden biraz azdır.

---

(1) **Kimyasal bir elementin başka bir element haline gelmesi.**

Yük ve kütle küçük bir hacimde toplanmıştır. Diğer her yerde $\alpha$ parçacığı sadece elektrik alanıyla karşılaşır.

Rutherford, elektrik itmesini yenecek kadar hızlı $\alpha$ parçacıkları ve yükün, dolayısıyla itmenin pek önemli olmadığı hafif elementler olarak kullanarak, mermilerin bazen tamamının değişik bir alana girdiklerini ve burada elektriksel olmayan pek büyük kuvvetler tarafından saptırıldığını gözlemiştir.

Böylece çekirdeğin boyutlarını bulmuştur : bu, atomun bütünününün çarpımı aşağı yukarı 1/10.000 i dir. Bu çekirdeğin, inanılmaz yoğunluğa sahip — santimetreküpte milyonlarca tonluk bir yoğunluk — bir bölge özelliği gösterdiğini ortaya koyar. Hepsi bu kadar değildir. Rutherford ayrıca, hızlı $\alpha$ parçacıkları nükleer maddeye daldıkları zaman bu karışımda yalnızca bunların bulunmadıklarını da göstermiştir. Birinci cihan savaşı sırasında girişilen deneyler sırasında Rutherford, azot çekirdeği içinden bir hidrojen çekirdeği ya da proton çıkararak ilk iradî **«transmutation»** u gerçekleştirmiştir. Bu olay diğerlerinin yanında, atom enerjisinin tahrik edilerek açığa çıkarılmasına yol açan zincirin ilk olayıdır. Bu da belki günün birinde savaşa karşı ileri sürülecek en kesin delil olacaktır. Rutherford bu deneyin, mücadelenin yürütülmesinde yapabileceği herşey içinde en büyük öneme sahip olduğunu söylüyordu.

Tarih seyrine devam etti. Atomun nükleer modeline ve Newton fiziğinden öğrendiğimiz şeylere son derece yabancı özelliklerine dönmeden önce Rutherford tarafından harekete getirilen ve günümüze kadar süren, mermi — hedef — sayaç bütününün yardımıyla bu buluşlar hareketini kısaca ve kısmen görelim. 20 yıl önce Chadwick, aynı $\alpha$ parçacıkları vasıtasıyla **perturbation** (1) da ortaya çıkan bir başka şeyi, çekirdeği meydana getiren başka bir unsuru, nötronu ortaya çıkarmayı ve buradan hareket ederek çekirdeğin terkibinin basit bir anlatımının temellerini atmayı başarmıştır. Newtan protonla aynı kütleye sahiptir; fakat yüksüzdür. Çekirdek proton ve nötronlardan meydana gelir. Protonlar çekirdeğin yükünü ve atom numarasını açıklar, nötronlar ise atom numarasından çok atom ağırlığını belirtir. Bütün bunlar elektrikten ve miknatıstan tamamen farklı, önemli kuvvetler tarafından pek küçük hacimleri içinde tutulurlar. Bu güçlerin anlatılması bugün için bile çözümlenmekten bir hayli uzak bir konu teşkil etmektedir.

Chadwick, nötronları da, pozitif yükler tarafından itilmedikleri halde mermiler haline getirip çok sayıda **transmutation**'larda kullanmıştır.

Kahn, savaştan az önce uranyumun transmutation ürünlerinin orijinal çekirdeğin yarısını ama sadece yarısını teşkil eden baryum ih-

(1) **Perturbation : Bozulma, dağılma.**

tiva ettiğini bu sayede bulmuştur. Bu tabii fisyon olayıdır.

Bu dahi işin sadece başlangıcıydı. Kozmik ışınların çok fazla enerji dolu parçacıkları ve modern dev hızlandırıcılar tarafından Rutherford'un $\alpha$ parçacıklarından yüz kere daha fazla enerji ile ulaştırılan çekirdekler yeni olaylar doğurmak için yeni mermiler sağladı. Sub - nükler maddenin tarihi yazılmaya ve dallanıp budaklanmaya başladı. O zamana kadar bilinmeyen ve çoğu tartışmalı ve önceden düşünülmemiş bütün bir cisimler ailesi nükleer savaşlardan ortaya çıkmağa başladılar. Bunların arasında önce mezonlar gelmektedir. Bunların bir kısmı yüklü bir kısmı nötrdür, bunlar protondan aşağı yukarı on kere daha hafiftir ve elektronlardan birkaç yüz kere daha ağırdırlar. Son yıllarda kimi mezonlardan, kimi protonlardan daha ağır cisimler artan bir hızla ortaya çıkarılmakta ve bunların isimleri her ay gösterişli konferanslarda değiştirilmektedir. Fizikçiler bunları müphem ve oldukça ters bir şekilde yeni cisimler diye adlandırıyorlar. Bu parçacıkların istisnasız hepsi n ö t r o n g i b i dengesizdirler. Bu cisimler saniyede milyonda birden milyarda bire kadar değişen bir zaman içinde daha hafif elementlere bönürler ki bunların da çoğu iyi bilinmeyen dengesiz elementlerdir. Bu parçacıkların neden bir kütleye ve yüke sahip oldukları, neden varoldukları, neden bu şekilde ayrıldıkları, neden birçok halde bu kadar ömürleri olduğu ve bunlar gibi

daha birçok şey bilinmemektedir. Bunlar bugünkü fiziğin büyük problemleridir.

Fakat bütün bunlar bugün Rutherford'un zamanındakinden tamamen farklıdır bu sonunculara gelecek konferanslarda yine temas edeceğiz. Tüm güçlükler Rutherford'un atomunun özelliklerinin yazılmasına ve Newton'un mekaniğinin diline yerleştirilmesine teşebbüs edildiği zaman ortaya çıkmaktadır ve henüz halledilememiştir. Tabiattaki atomlar, Rutherford tarafından bulunan ve Newton'un kanunlarına göre hareket eden küçük çekirdeklerden çok değişiktir. Bu klâsik tanımlamanın başarısızlığa uğraması atom tarihindeki başlıca keşiflerden nadir büyük keşiflerden biri olmuştur. Klâsik mekaniği değiştirmenin atomik sistemler hakkında bilinenlerin anlaşılmasına ve tasvir edilmesine yetmiyeceği o zaman görülmüştür. Bunun üzerine fiziki evrenin bazı kısımlarının objektifliğinin niteliği ve illiyet gibi çok temel noktalar üzerinde yeni fikirler edinmek gerekmiştir. İnsan bilgilerinin tabiatı, sınırları ve gücü bize hiç beklenmiyen bir şekilde görünecekti. İşte, büyük ölçüde bu yüzden, bu tarih bana, hem mütehassıs, hem de bilmeyen için öğreticilikle dolu göründü. Gerçekten de bize insani işlerde yararlanabileceğimiz antik bilgelikten çizgiler hatırlatmaktadır. Büyük değişikliklerin tamamlanabilmesi ve bu garip durumun aydınlatılması için birçok yeni tasvir fikirleri ve metodları kabul edilmiştir. O zamana kadar alışılmamış ve fizik için yeni bir anlamı

olan Kuantum, durum, uygun düşen, bütünleyici, gibi kelimeleri öğrenmek gerekmiştir. Bunlar arasında «uygun düşen» kelimesi yeni fiziği eski fiziğe bağlayan muhafazakâr ve gelenekçi çizgilere sahiptir. Halbuki «tümleyici» kelimesi göreceğimiz gibi yeni fiziğin, Newton fiziğinin bilmediği ve bütün tabii dünya hakkındaki anlayışımızı geliştiren ve insanileştiren yeni çizgilerini belirtmektedir.

Zaman ve deney bu kavram hakkındaki zekâmızı berraklaştırmış arıtmış ve zenginleştirmiştir. Fizik gelişmiştir. Daha da gelişecektir. Fakat öğrendiğimizi iyi öğrendik. Bütün bunlar ihtilâlci ve garipse bu, unutmak şansımız az olan bir dersse, bunun, gelecekte de daha alışılagelmiş olmıyacağına olsa olsa daha ihtilâlci ve olağan birşey olacağına ve araştırıcının aklına yeni ışıklar getireceğine inanıyoruz.

## GELİŞME HALİNDE BİLİM

Atomik sistemlerin Kuantikan teorisi dediğimiz mikrofizik hakkında zekâmız yüzyılımızın başında doğmuş ve büyük sentezini ve kararlarını yirmi yıl sonra idrak etmiştir. Bu devre destanlık bir devre olmuştur. Eser bir kişinin başarısı değildir. Bu eser baştan sona Niels Bohr'un derin, yaratıcı, nüfuz edici ve tenkitçi zekâsı tarafından yönetilmiş, sınırlandırılmış, derinleştirilmiş ve neticede değiştirilmiş olmasına rağmen çeşitli ülkelerden düzünelerce bilgin'in işbirliğini gerektirmiştir. Bu kesin deneyler ve cesaretli teşebbüsler birçok kötü başlangıçlar ve zayıf görünüşler devri olmuştur. Bu sürüp giden yarışmalar konferanslar, tartışmalar, tenkitler ve matematik ilhamlar devri olmuştur.

Katılanlar için bunlar yaratıcılık yılları olmuştur. Yeni görüşleri kendileri için aynı za-

manda ürkütücü oluyordu. Bütün bu tarihi anlatmak muhtemelen hiç mümkün olmayacaktı. Bu tarihi anlatmak için Oedipi ya da Cromwell'i anlatacak kadar güçlü bir san'at gerekecektir. Fakat bu tarih günlük tecrübelerimizden o kadar uzakta cereyan etmiştir ki bir şair ya da bir tarihçi tarafından bilinme şansına pek az sahiptir.

Başka biçimler altında aynı yönde başka devirler olacaktır. Subatomik ve subnükleer dünyayı inceden inceye yoklayarak kendimiz ve çocuklarımız için benzer günler hazırladığımıza çoğunlukla inanıyoruz. Fiziğin dikkate değer gelişmesi, yirminci yüzyılın ortasındaki uçsuz bucaksız ve gittikçe daha karışan lâboratuvarlar, matematik analizin gittikçe artan şekilde arınması, bu yeni buluşlar devresinin çok sayıda koşullarını değiştirmiştir. Fakat gelişmelerin bu devrenin destanî ve yaratıcı özelliğini değiştireceğine inanmıyoruz.

Kuantum teorisi, başlangıcında, Üniversitelerde büyük okullarda bu teorinin yapımına katılan ya da bu yapımda faal seyirci durumunda olanlar tarafından öğretiliyordu. Derslerinde biraz da yaratıcının hayranlığı ve yüceltmesi vardı. Bugün 20 - 30 yıl geçtikten sonra bu teori artık onu meydana getirenler tarafından değil de bunlardan öğrenenlerden, öğrenenler tarafından öğretilmektedir. Teori bir tarih sayfası ya da insan zekâsının büyük bir macerası olarak sunulmamaktadır. Bu teori öğrenciye bilim gelişmesindeki gayrette ya da bilimin buluşla-

ra ve pratik gayelere uygulanmasında, yeni olayları anlamada faydalanacağı bir bilgi parçası bir teknikler bütünü ve bir bilim kolu olarak öğretilmektedir.

Bu teori artık merak ve inceleme konusu olmaktan çıkmış ve bilim adamının doğru olarak kabul etmesi, kullanması lazımgelen ve ona çocuklara saymanın ve hecelemenin öğretildiği gibi bir hareket vasıtası olarak öğretilmesi gereken bir araç haline gelmiştir.

Bu konuşmalarda yapmakk istediğimiz daha başkadır. Atom fiziğinin araçları hakkında bilgi edinmek için okula gelmiş değiliz. Meseleleri tarif eden çatışkıları ortaya koyan olayları anlatan ve bir sentezin gerekliliğine işaret eden teknikleri matematik araçları, teorileri, buluşları ve cihazları gösterecek aletlere de sahip bulunmuyoruz. Konumuzdan ihtisaslaşmış bir bilginler kolejinde gibi değil de başkalarının yaptıkları, düşündükleri ve bulduklarını tasvir yoluyla, güven ve inan dolu olarak anlamaya istekli kimseler gibi bahsedeceğiz. Olağanüstü kahramanlıklarla dolu ve güç bir seferden dönen asker ya da Himalayaların tepesinden dönen kaşifler büyük hastalıklarını, ya da tanrıyla mistik temaslarını anlatırken böyle dinlenir. Bu hikâyeler anlatanın tecrübelerinden büyük şeyler çıkartmaz. Bu hikâyeler toplum içinde bizi birbirimize bağlayan ve yalnız yaşayanlardan daha iyi duruma getiren bağlardır.

İşte öyleyse atomlarımız. Onları meydana getiren şeyler ve aralarında etki eden kuvvetler Rutherford'un $\alpha$ parçacıkları, elektronlar ve ışınlar vasıtasıyla yapılan bombardımanlarla ortaya çıkarılmıştır. Çekirdek, atomun kütlesini teşkil eder ve hemen hemen boyutsuzdur, yükü normal zamanda onu çevreleyen elektron sayısına eşit olan atom numarası ile ölçülür. İşte günlük mikroskopik elektrik deneyleri ile iyice bilinen, basit çekme ve itme kanunları: zıt yükler birbirini çeker, aynı yükler birbirini iter ve kuvvetler Newton da olduğu gibi mesafenin karesi ile ters olarak azalır. Rutherford zamanında, ki bugünün fiziği ile tam anlamıyla doğru değildir, atomun yapısı meselesini üçe bölmek mantıki görünüyordu. Atomu meydana getiren şeyler nelerdir. Bunları birbirlerine bağlıyan kuvvetler nelerdir ve hangi kanunlara göre bağlanırlar? Bu kuvvetlerin etkisi altında nasıl hareket ederler? Biliyoruz ki, atomla ilgili meselelerde bile bu bölünme kesin değildir. Fakat düzeltmeler önemsizdir. Ve genellikle kolayca uygulanabilir. Bu düzeltmeler, parçacıkların hareketleri ve bu parçacıkların birbirlerine tesir ettikleri kuvvetler üzerindeki etkileri ve bazı hallerde atomların yapısında ve başka özelliklerinde başka parçacıkların ve bunlardan doğan kuvvetlerin etkisi ile meydana gelen çok küçük değişiklikler dikkate alınarak yapılır. Çekirdeğe gelince orada bu değişikliklerin küçük olduğu kesin değildir. Şiddetli çarpışmaların etkisinde çok hızlı

yabancı cisimler yukarda belirtilen hususun dolaylı fakat inandırıcı bir delilidir. Demekki atom son bir çekirdeğe ve bir yüke sahiptir. Atom bir bütün olarak nötrdür. Çapı, küçük çekirdeğin çapından, 10 ilâ 100.000 kere daha büyüktür. Bundan başka elektrik alanları ve elektronlar vardır ki bunlar maddeyi meydana getiren evrensel unsurlardır ve maddenin hemen hemen bütün kimyasal özelliklerini ve yakından bildiğimiz fizik özelliklerinden çoğunu belirlerler. Elektronların sayısı çekirdeğin yükünü teşkil eden atomik sayısına eşittir. İşte bu yüzden uranyumda 92 elektron vardır. Unsurlar bunlardır. Kuvvetler kanunları ise sadece en ileri inceliklerde karmaşık bir mahiyet alırlar. Esas olarak bunlar da basittir. Elektron çekirdek tarafından etki edilen bir Coulomb çekimine tâbidir. Çünkü elektronla çekirdek zıt yüklüdürler. Bu çekim Newton kanunundaki çekim kuvvetleri gibi mesafe arttıkça azalır. Hidrojen için bundan çıkan sonuç basittir. Burada güneşin gezegenleri etkilediği kuvvetle aynı yapıda bir kuvvet tarafından birbirlerine bağlanmış iki cisim vardır. Atomun büyüklüğüne oranla bu iki cisim oldukça küçüktür; ve birbirlerine hemen hiç bir zaman değmez; kaldı ki, değmelerinin de önemli bir özelliği yoktur. Kuvvetler kanunu yalnız parçacıklar yardımıyla yapılan bombardımanla değil - kanunlar başlangıçta böyle bulunmuştur - fakat aynı zamanda tabiî radyoaktif elementlerin saldıkları ß ışınlarıyla yapılan ilk deneylerde elek-

tronlar vasıtasıyla doğrulanmıştır. Diğer atomlar için ayrıca çeşitli elektronlar arasındaki elektrik itmeyi de dikkate almak gerekir. Bu itme kısmen nükleer çekimi dengeler. Birçok parçacıktan meydana gelmiş bir sistemin davranışının mikron olarak tasvirinin matematik güçlüğü için de böyledir.

Fakat hidrojende böyle olmayacaktı. Elimizde basit ve bilinen bir kuvvetin etkisiyle hareket eden tek yüklü ve hafif bir cisim vardır. Bu sistemin tasviri Newton dinamiğini mükemmel bir örneği olmalı idi. Newton dinamiğini ise, hareket halindeki yüklü cisimlerin hızlandırmalarından doğan elektro manyetik ışınlar üzerine XIX. yüzyıldaki buluşlar yardımıyla en büyük inceliklerine kadar anlamak mümkündür.

Ama böyle olmamıştır. Görünüşteki en basit sorulara ya hiç cevap veremiyoruz ya da verdiğimiz cevap ilk bakışta fiziğin kesin onaylamasından çok, garip bir din dersini andırıyordu. Örneğin elektronun durumunun hep aynı kalıp kalmadığı sorulursa kalmaz diyeceğiz. Zamanın akışı içinde değişir mi denirse buna da hayır diye cevap vereceğiz. Elektron hareketsiz midir denilirse buna da hayır diyeceğiz. Hareket halinde midir diye sorulursa yine hayır diyeceğiz. Öldükten sonra insanların ne durumda bulundukları hakkındaki bir soruya Buda bile bu cins cevaplar verseydi, bu XVII. ve XVIII yüzyılların bilimlerinin geleneği ile pek uyuşamazdı.

Öyleyse, Newton kanunlarının ve hareket halindeki maddenin bütününün klasik resmi bu basit modele uydurulabilseydi, hidrojen atomu ne olurdu bunu inceleyelim. Elektron çekirdeğine dünyanın ve Venüsün güneşe bağlı olduğu gibi bağlıdır. Kepler'in bulduğu Newton'un da açıkladığı gibi bir elips çizer. Gezegenlerin yörüngeleri birbirlerinden farklı oldukları gibi elektronun yörüngesinin büyüklüğü de atomun yapılış şekline ve geçmişindeki şartlara bağlı olarak değişebilir. Yörüngenin şekli az çok uzamış ya da yuvarlatılmış olacaktır. Hidrojen atomunun ne boyutları ne de değişmez özellikleri vardır. Eğer bir hidrojen atomu bizim **bombardımanlarımızla** ya da tabii olarak bozulmuşsa bunun başlangıçtaki boyutunu ve şeklini alması beklenmemelidir. Hepsi bu kadar değil; daha garip şeyler de var: bir yük düz çizgi halinde değil de başka bir şekilde yer değiştirirse bir elektromanyetik ışın yayınlayacaktır. İlk radyo anteni bunu göstermiştir. Modelimizde elektron elektromanyetik dalgalar halinde yayılan enerjiyi gidermek için enerji bırakacaktır. Ve enerji kaybederken güneşine daha çok yaklaşacağından çizdiği elipsler gittikçe daha küçüleceklerdir. Santimetrenin birkaç yüz milyonda biri kadar bir çapı olan tabii hidrojen atomu büyüklüğündeki bir sistemde bu olay, çok çabuk olacaktır. Ve atom saniyenin milyonda birinden çok daha kısa bir zamanda sonsuz derecede daha küçülecektir. Elektron tarafından saçılan ışığın rengi bu elek-

tronun dönme periyodu ile belirlenir. Bu periyod da düzensizdir ve yörüngeler şekil değiştirerek daraldıkça bir andan bir ana değişir. Rutherford'un modeli doğruysa klasik fiziğin hidrojenin atomu için öngördüğü tablo böyledir.

Hiçbirşey bundan daha fazla gerçekten uzak olamaz. Bizim bildiğimize göre bozulmuş olmayan bütün hidrojen atomları aynıdır. Yalnız muhtemel bir bozulmadan sonra düzelebilmiş olmaları şartıyla geçmişleri ne olursa olsun bütün hidrojen atomları aynı boyutlara ve aynı özelliklere sahiptir. Sonsuza kadar dayanırlar. Haklı olarak bunları tamamen dengeli ve değişmez olarak takdim edebiliriz. Uyarılmadıkça ne ışık ne de diğer elektromanyetik ışık neşrederler. Zaten değişmeden kalacaklarına göre neşredemezler de. Uyarıldıkları zaman bazen bir radyasyon neşrederler fakat bunun rengi sürekli ve her hangi bir renk değildir. Hidrojen tayfının iyice tanınmış çizgileriyle rastlaşırlar. Klasik fizikten hareket edilirse bu dengelilik bu yaygınlık ve hatta bu tanımlama çok istikrarlıdır. Hattâ klâsik fizik, atomu teşkil eden maddelerin kütleleri ve yükleri ile atomun gerçek boyutlarına yaklaşık olan bir büyüklüğü dahi tanımlamağa imkân vermez.

Atomik sistem başka bakımlardan da Newton dinamiği ile hiç bağdaşamıyacak ilginç bir süresizlik gösterir. Örneğin atomlar elektronlar akımı vasıtasıyla bambardıman edilirse ilk enerjilerinden bir kısmını kaybederler. Fa-

kat bu azalış her hangi bir azalış değildir. Bu azalış iyice tanımlanmış, söz konusu elementin özelliklerini gösteren, yeniden düzeltilebilir, nisbeten kolay ölçülebilen kesin enerji aralıklarına uygun düşer. Bir atom ışını tarafından yayınlanmışsa, ve bu ışığın enejisi Foto elektrik eşiği adıyla bilinen belli bir asgariyi aşarsa ancak bu halde bir elektron dışarı fırlatılır.

Hattâ Einstein'ı bu çağın ilk yıllarında hemen hemen ışığın ve atom sistemlerinin bulunması gibi devrimci bir buluşa yönelten de bu olmuştur. Einstein ışığın bir cisme çarpması ile cisimden söktüğü elektronlarının enerjilerinin ışığın frekansıyla oranlı olduğunu gözlemiştir. Enerjiyi frekansa bağlayan orantı katsayısı atom alanının yeni rumuzu olmuştur. Buna Planck sabitesi ya da hareket kuantumu denilmektedir. Bu sabite frenkasın fonksiyonuyla enerjiyi ölçmektedir. Bu, yeni dünyanın giriş kapısı üzerindeki arma levhası olmuştur. Einstein'i sür'atle değişen elektrik ve manyetik alanların meydana getirdiği uzayda ve zaman içinde bir dalga gibi yayılan sürekli bir olay olarak bildiğimiz ışığın aynı zamanda taneli tabiatta olduğu ve ışığın frekansı ve Planck sabitesi ile belirlenmiş enerji paketlerinden meydana geldiği sonuçuna götüren de bu olmuştur. Bu cesur ve o zaman için anlaşılması güç bir sonuçtur. Maddî bir cisim ışık emdiği zaman bir paket ya da bir enerji kuantumu emer. Ve bir atomla elektron arasındaki enerji alışverişinin kesikli niteliği bir radyas-

yon emildiği ya da yayıldığı zamanki enerji alışverişinin kesikli tabiatında paralelini bulur. Hem dalga hem de tane olarak düşünülen ışığa daha birkaç defa temas edeceğiz. Fakat bütün klâsik açıdan, Huygens'in çalışmalarından ve bu çalışmaların Fresnel tarafından matematikselolarak uygulanmasından ve daha genel olarak Maxwell'in elektromanyetik dalga yayınlamasından, böyle düşünülen ışığın nasıl bir temel anlayış meselesi ortaya koyduğu derhal görülmektedir. Işık dalgalarının titreştiği bilinmektedir. Başka bir deyişle iki ışık kaynağı varsa her hangi bir noktada ışığın şiddeti mutlaka her iki kaynaktan gelenlerin toplamına eşit değildir. Bunun üzerinde ya da altında olabilir. Sayısız deneme, titreşimin etkisinin doğru olarak hesaplanmasını öğretmiştir. Işık, üzerinde ne çok büyük ne de dalga uzunluğuna kıyasla birbirlerine çok uzak olmayan üzerine iki delik delinmiş bir ekrana çarparsa, deliklerden birinden gelen küçük dalgalar, diğerinden çıkan dalgalara eklenir. Sonuç ikisinin ayrı ayrı genlikleri toplamından büyük olur. Bir yükseklik bir çukurlukla rastlaşırsa sonuç toplamdan küçük olur. Demek oluyor ki, bu titreşim olayını gözlüyoruz, anlıyoruz, önceden görüyoruz ve bundan tam anlamıyla emin oluyoruz.

Bir an için bu olayı parçacıkların geçişi ile tasvir etmeğe çalışalım; aynı zamanda ışığın hem kaynağından yayılmasını, hem de araştırılmasını - örneğin gözle ya da fotoğraf plâğıyla ya da ekranın arkasına konulmuş bir fo-

toelektrik selülü ile- niteliyen bu kuanta'lardan biriyle bu deneyin yapıldığını düşünelim. Bir kuantum deliklerden birinden geçtiği zaman nasıl olur da içinden geçmediği diğer deliğin varlığı bu kuantumun kaderine tesir eder? Kuantumun çizdiği yoldan uzakta bir noktadaki bir durum bu kuantumun davranışını belirliyebiliyorsa burada nasıl bir bilim ya da her hangi bir önceden görme olabilir? İşte bu soru ve bu soruya cevap vermekteki ağırlığımızdır ki, atom dünyası fiziğini aydınlatmamıza imkân verecektir.

Kuantumlar teorisinin buhranından çok önce tamamlanan ilk önemli aşama, eskinin mekaniğini ve elektrodinamiğini unutmadan fakat yeni ve değişik olaylarla uğraşıldığını bilerek ve eski kanunlarla aramayı sonraya bırakarak atomik davranışı anlatmak için bir tarz bulmağa dayanıyordu.

Bohr'un ilk teorisi budur. Bu teori bize atom dünyasının sembolünü vermiştir. Çekirdek ve bir seri daire ve elipsler atom durumlarını sezgi yoluyla temsil etmektedirler. Biz Bohr'un, teorisini ortaya koyduğu zaman bildiklerinden çok daha ayrıntılısını ve daha bütününü biliyoruz. Bununla birlikte bu teoriyi hâlâ kullanıyoruz. Demek oluyor ki, burada geçici ve kısmî bir andırıştan daha çok şeyler bulunmaktadır. Bohr'un ilk postülası şudur: Her atomun kararlı halleri vardır. Bu hallerin kararlılığı ve birliği klâsik dinamikten hareket edilerek anlaşılamaz. Diğerleri için uyarılmıştır denir.

Atomlar ya bir çarpışmayla ya bir radyasyonla ya da diğer her hangi bir **perturbation**'la uyarılmış olabilirler. Bunlar dahi Newton teorisinin anlamaya imkân vermediği bir anlamda dengelidirler. Gene de dengelilikleri mutlak değildir. Bunlar nasıl bir çarpışmaya ya da bir **perturbation**'a bağlı bir geçiş tarafından etkileniyorlarsa atom da yeni bir çarpışmayla ya da kendi kendine asgari enerji haline gelebilir. Bu ani değişmelerde atom, klâsik teoride bütün hareketleri dengesiz hale getirecek ışımaya tekabül eden bir ışın yayar. Basit durumlarda bu kararlı durumların enerjileri ve biçimleri gibi bazı özellikleri Newton'un yörüngelerine uygun düşen karakteristiklerin ya aynıdır ya da benzeridir. Fakat sadece hidrojenden iki elektronlu helyuma geçilmesiyle bu doğru olmaktan çıkar. Bu, hidrojen için bile kısmen doğrudur. Bohr'un kuanta şartları dediği kararlılık hallerine uygun düşen yörüngelerin karakterlerini belirlemek için koyduğu kurallara gelince; Bohr'un kendisi bile başlangıçtan itibaren kuralların noksan ve geçici olduğunu itiraf etmiştir. Bugün bu durumların yörüngelerle hiç bir ortak yönü olmadığını, zaman içinde değişmelerin bunlarda olup başkalarında olmadığını, doğrusunu söylemek gerekirse, maddenin hareketi ve yörünge kanunun ancak kararlılık halinin tanımlanmadığı durumlarda uygulanabileceğini, kararlı halin de yörünge çizmenin hiç imkân olmadığı hallerde var olabileceğini biliyoruz.

İşte ilk kural budur. İkincisi ise atomun bir hâlden diğerine geçerken değişebileceği, enerjisinin iki hâl arasındaki enerji farkına bağlı olarak farklılaşabileceği ve bu değişim ışığın emilmesi, yayılması ya da dağılması yoluyla oluyorsa bu ışığın frenkansının Einstein'ın ve Plank'ın bağıntıları ile ortaya konulduğudur. Enerji böylelikle frenkansın Plank sabiti ile çarpımına eşit olduğuna göre atomların yaydığı ışınların analizi durumlar arasındaki enerji farkını doğrudan doğruya ortaya koyar. Spektroskopi böylece atomik halleri belirlemeğe ve bunların özelliklerini bulmağa imkân verir. Bunların hangilerinin klasik yörüngelere benzediği hangilerinin farklı olduğu anlaşılmağa başlıyor.

Fakat bu geçişler nasıl ortaya çıkacak? Birdenbire mi çıkacaklar? Bir yörüngeden diğerine geçerken yapılan çok hızlı hareketler mi söz konusudur? Bunlar nedensellik bakımından fakirleşmiş midir? Başka bir deyişle karışıklığa uğramış bir atomun hangi anda bir halden diğerine geçeceğini önceden görebilir, bu anı belirleyenin ne olduğunu bulabilir miyiz? Bütün bu sorulara hayır diye cevap vermek gerekecektir. Sormayı öğrendiğimiz husus geçiş anınını değil, geçiş olanağını neyin belirlediği hususudur. Anlamak ihtiyacında olduğumuz, geçiş sırasında ne olduğu değil fakat bu geçiş anını, maddenin hareketinden işe başlayarak somut olarak göz önüne getirmenin imkânsızlığıdır. Durumlar konusunda bu imkânsızlık daha da belirgindir. Atomik bir sistemin davra-

nışını ayrıntılarıyla önceden söylemenin imkânsız olduğunu önce kabul ettik, sonra da anladık. Aynı geçmişe ve aynı duruma sahip çok sayıda sistemlerin kendi başlarına bırakıldıklarında nasıl hareket edeceklerini, bir müdahaleye nasıl karşılık vereceklerini istatistikî olarak öngörmek mümkünse de yalıtılmış bir ortamın ne yapacağı hakkında deneysel bombardıman bataryalarımızda hiçbir bilgi bulunmamaktadır. Fizik dünyasının en can alıcı yerinde bize Newton fiziğinin özelliği gibi görünen bu tam nedenselliğin sonunu görüyorduk.

Dünya hakkındaki alışılagelmiş düşünüşümüzü alt üst etmeden bütün bunlar nasıl doğru olabilirdi? Büyük cisimler, elbette atomlardan meydana gelmiştir. Mermilere makinalara, gezegenlere uygulanan nedensellik nasıl olmuş da atomun nedensiz davranışından çıkabilmiştir? Bu durumda; geçiş, olasılık bahislerinin ardında parçacıkların çizdiği çizgileri, yörüngeleri, hızları, hızlanmaları, pozisyonları nasıl yeniden bulmalı? Çünkü dün doğru olan bugün de doğruluğunu kaybetmiyen yeni bilgiler de eskilerin gücünü azaltmıyor. İki dünya arasında bir anlaşma olabilir mi, olursa bunun niteliği nedir?

Bu bir uygun düşme meselesidir. Işığın ya da elektronların atomların ya da atomik evrenin diğer kısımlarındaki davranışını düzenleyen kanunlar ne olursa olsun, makroskopik deneyin alışılagelmiş alanına yaklaştıkça, bu kanunlar doğru olarak kabul edilen şeylerle git gide daha

yakın bir şekilde uyuşacaktır. Uygunluk prensibi denilen işte budur. Bu prensibin formüle edilmesi, büyüklük özelliğine sahip olan ve bu özelliği ile atom fiziğinin yeni çizgilerini tesbit eden hareket kuantumu etrafında olur. Fizikçi der ki, hareketler, hareket kuantumuna göre hatırı sayılır büyüklükteyse, Newton ve Maxwell'in klasik kanunları geçerli kalır. Tatbikatta bu şu demektir, kütle ve uzaklıklar elektrona ve atomik boyutlara kıyasla büyük oldukça, klasik teori doğrudur. Atomik enerjilere ve sürelere kıyasla enerjiler büyük ve süreler de uzunsa Newton'u düzeltmek gerekmez. İstatistik kanunlar git gide kesinliğe yakın ihtimallere götürüyorlar ve atomik teorinin nedensiz teorileri makroskopik olaylarla ilgili tabii bellisizlik içinde ihmal edilebilir hâle geliyor ve kayboluyor.

Bohr'un ve talebelerinin elinde eski ve yeni fizik arasındaki uygunluk presibi güçlü bir araç ortaya çıkaracaktı. Bu araç atom fiziğinin kanunlarının neler olduğunu söylemiyorsa da bazı özelliklerini gösteriyordu. Bu açıdan, bu özellikler geniş çaplı fiziğin özellikleriyle ahenkleşebilecekler ve sonunda bunların yerine konulabileceklerdi. Daha sonra bu kanunların, Newton'un bir parçacığı tanımlayan hızlanma, sürat ve durumu değil de, atomun görünebilir özelliklerini - kararlı hallerin enerji ve özellikleri, bunlar arasında geçiş olasılıkları - ele alması görüşü hâkim olunca, kuantik mekanik için zemin hazırlanmış oldu.

Büyük boyuttaki cisimler ve olaylar için, atom mekaniğinin yeni kanunlarıyla, mekaniğin yeni kanunlarının kaynaşmasını isteyen uygunluk prensibi demek oluyor ki, en değerli buluş araçlarından biri olmuştur. Bu, öte yandan, yeni buluşlarla eski bilgiler arasındaki ilişkinin temel unsurlarını da göstermektedir. Yani yeni bilgiler elde edilmesinin aracı olan eski bilgiler eski imparatorluklar içinde dokunulmadan durmalıdırlar. Bunlar sınırlarının ötesine geçemezler.

Bilimsel bir buluş, ya da yeni teorilerin görünüşte sistematiği ve en evrenseli doğrudan doğruya kabul edilmiş çok büyük bir bilgiler, deneyler inaçlar ve önceden varsaymalar kütleşi içinde ancak birkaç ani yenilik ya da çatışkı unsuruna uygulanır. Gelişmemiz önemsizdir: bu gelişme bucaksız bir aleme el değdiremez ve bu alemi kabul edilmiş varsayar.

İster en garibi ister en önemlisi olsun hiç bir buluşun, bize akıl yapısını sür'atle yeniden kurmağa müsade etmemesinin ve zorlamamasının sebeplerinden biri de budur. Bütün devrimlerine rağmen bilimin muhafazakâr olduğunu kısmen açıklayan da budur. İşte bu yüzden doğrusunu söylemek gerekirse, hiçbirimizin hiçbir zaman çok şey bilmediğini kabul etmemiz ve bir teselli aramamız gerekmektedir.

## ÜÇ BİNİNCİ YILDA ATOM VE BOŞLUK

Atom dünyasının keşfi bizi yeni bir ülkeye götürdü. Bu ülke Newton fiziğinin alışılagelmiş dünyasında yaşayanlara ve hatta Newton'un mucize ve geleceği bilme hakkındaki fikirlerine yabancıydı. Newton şöyle yazıyordu: «**Tanrı başlangıçta maddeyi katı, ağır, sert, içinden geçilmez ve hareketli parçacıklar halinde yarattı**»

Bizim de atomlarımız var ve bunları anlamağa çalışıyoruz. En basiti olan hidrojenin, çekirdeği, bir tek protonu ve onun çevresinde dolanan bir tek elektronu var. Fakat bu unsurlar Newton'un hareket kanunlarına uymuyorlar. Bütün hidrojen atomları birbirlerinin aynı olarak ortaya çıkıyorlar. Belli bir büyüklükleri var. Kararlı ve geçici değiller. Yaydıkları ışık gittikçe daha küçük elipsler çizerek dönen bir elektronun meydana getirdiği ışık değildir. Dengeleri klasik mekanikte izah edilmez. Işık,

elektronlar ya da başka bir cisim tarafından düzeni bozulunca, hidrojenin karakteristiği olan belirli kuantalar halinde enerji emer. Bunlar durumlarla tasvir edilirler. Durumları bazı yörüngelerin özelliklerini taşıdığı halde yörünge değildirler. Durumları tamamen ya da hemen hemen kararlıdır. Bir perturbation tarafından meydana getirilen, ya da ışığın yayılması ile ani olarak ortaya çıkan bir durumdan diğer bir duruma geçme, tesadüfen olur. Bu tek tek geçişlerin sebebini de bilmiyoruz. Bütün bildiğimiz zaman içinde muhtemel dağılışlarıdır. Ve uzay, zaman ve parçacığın çizdiği yolun ne olduğu hakkında asgari bir fikre sahip değiliz. Bu nedensiz atomlar, büyük cisimlerin, yörüngelerin, Newton kanunlarının alışılmış dünyası meydana getiriyorlar. Büyük sistemlere uygulandıklarında atomik davranışı, kararlı hallerini ve geçişleri tasvir eden kanunlara uygun düşme yoluyla klâsik fiziğin kanunlarına çevriliyorlar.

Bugün kuantik teori hakkında bütün bildiklerimiz bu kanunların Heisenberg tarafından formüle edilmelerinden doğmuştur. Fakat belirtmek gerekir ki, yakın zamanlardaki yeni buluşlar bunu tamamlamakta, anlaşılmasını ve açıklanmasını daha basit ve daha doğrudan doğruya hale getirmektedir. Bununla birlikte bu kanunlar mahiyetleri itibariyle şaşırtıcı ve soyutturlar. Hiç bir açıklamanın güçlüğe uğramadan yapılamıyacağından endişe ediyorum.

Bizim meselemizi dalga - tane ikiliği ilgilendirmektedir. Bilindiği gibi ışık; elektrik ve man-

yetik alanları olan, rengini belirleyen bir frekansa ve şiddetini belirleyen bir genliğe göre değişen sürekli bir elektromanyetik dalga şeklinde teferruatlı olarak tanımlanır. Işık dalgaları radyo dalgalarından, çok daha kısa olan dalga boyları ile ayrılır. Maddenin az çok düzenli bir yer değiştirmesi olan sudaki dalgalanmalardan da şüphesiz ayrılırlar. Dalga - tane açıklamasındaki dalgalara gelince, bu, gayet soyut, ışık, radyo ve su dalgalarına ortak olan birşeydir.

Bu dalgalar uzaya dağılan ve zaman içinde yayılan olaylardan doğan saf bir nötron gibi sinusoidal, bazan da bir gürültü gibi düzensizdirler. Burada çıkan sonuç bu perturbation'ların genellikle birbirlerine eklendikleridir; öyle ki, tepe birbirini kuvvetlendirmeğe, bir tepe ve bir çukur birbirini yok etmeğe yönelir. Buradan şu çıkmaktadır: İki etkinin toplamı bunların her birinden üstün olmayabilir ve safhalara göre aşağı olabilir. Buradan da şu çıkmaktadır. Işığa ya da bir parçacığa bir noktadan diğerine gitmek için birden çok imkân bırakılırsa birçok imkân veren bu giriş yüzünden, bu noktaya varma şansı, tek tek şansların toplamından daha büyük ya da daha küçük olabilir.

Işık ele alındığında bu cins dalgalarla, fakat aynı zamanda Einstein'in bulduğu gizli ve süreksiz kesin bir miktarla, ışık kuantumuyla da uğraşılır. Işığın madde üzerinde etki yaptığı ya da madde tarafından meydana getirildiği her durumda, ışığın frekansı ve dalga boyunun

hareket kuantumunun evrensel oranlılığına bağlı enerji paketlerine ve belirli itilişlere rastlanır. Bu kuantalar nasıl ortaya çıkar? Dalgalar tarafından mı yönetilirler? Yoksa bunların kendileri dalgaları mı teşkil ederler? Bütün bunlardan sonra dalgalar bir görüntü olabilirler mi?

Bu sorular, sonunda bütün dünyayı şaşkınlığa götürür. De Brogli dalgaların elektronlarla birleştiği fikrini ileri sürmüştü; daha sonra Davidson bunu gözlemle tesbit etti. Davidson kristaller üzerine elektron demeti göndererek yaptığı deneyler sonucunda elektronların da, göze görünen ışık veya ışınları gibi üste binerek girişim olayına sebep olduğunu görmüştür. Daha sonraki araştırmalar; bütün diğer parçacıklar, protonlar, nötronlar ve hatta atomlar için de durumun aynı olduğunu göstermiştir. Plank katsayısının küçüklüğü yüzünden, dalga uzunlukları, boyutlarına ve pozisyonlarıyla görünüşlerini tatbikatta belirleme olanağına kıyasla mutlak şekilde anlamsız kalmadıkça, yukardaki husus büyük cisimler için de doğrudur.

Einstein'in kuantaları ve Maxwell'in dalgaları arasındaki ilişkiler konusunda bilgileri güçlüğe uğratan bütün sorular, maddenin dalga ve tane özellikleri konusunda da aynı derecede keskin ve sıkıntı verici bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Bunların çözümlenmesi atom teorisinin ruhudur. Bunlar, diğer büyük bir buluş vasıtasıyla, Schroedinger'in denklemi sayesinde çözümlenmişlerdir.

Bu denklem, orijinal ve cesur haliyle elektronik dalgaların yayılması, dalga boyları ,enerji ve frekans arasındaki ilişkilerin tabii bir genelleştirmesi konusunda basit bir kanundur. Bununla beraber bu genelleştirme, atomik sistemlerin ve maddenin alışılagelmiş özelliklerinin çoğunun genel karakteristiklerini anlatmak için yeterlidir. Bu denklem çeşitli çözümler için elverişlidir. Bazı çözümler atomların kararlı hallerine uygun düşen bir frekans ve bir enerji için durgun ve zaman içinde değişmez durumdadırlar. Diğerleri çok daha değişik bir tabiattedir ve bir elektronun Wilson'un sis odasında gözlenebildiği şekilde çizdiği yolu gösterirler. Diğer bir kısmı durgunluk hallerinin bir araya gelmesiyle meydana gelmiştir. Farklı frekanslara sahiptirler; durgun halde değillerdir; fakat zaman içinde atom ve moleküllerin tayfına uygun düşen frekanslarla bağıntılı olarak zaman içinde değişirler.

Fakat bu dalgalar nelerdir? Neyi gösterirler? Gözlem şekillerine ve atomik sistemin incelenmesine, Rutherford bombardımanlarına atomların çarpışmasına ve **perturbation**'una nasıl bağlanmışlardır? Schroedinger uzunlukları yeteri kadar küçük olması şartıyle klasik fiziğin dünyasının şu ya da bu şekilde kendi denkleminden çıktığını anlamıştı. Bu durumda cisimlerin ve gezegenlerin çizdiği yol, geometrik ışık çizgilerine, optiğin ışınlarına benzeyecektir. Fakat diğer bütün hallerde dalgalar ne anlama gelmektedir?

Bu dalgaları, bazı temel ortamlardaki esas itibariyle mekanik bir **perturbation** gibi yorumlamayı denemek meseleyi çözümlemek demek olmuyordu. Gerçekten çözümlenmesi gereken meseleler, durgunluk halleri ile ilgili konular ve elektronların davranışıdır. Yoksa gözlenemeyen bir fikrî dayanak değildir. Kaldı ki, bu metod benimsenmemiştir. Elektromanyetik dalgalar için girişilen ve başlangıcı ümit kırıcı olan buna benzer bir teşebbüs güven verici şekilde sonuçlanmıştır. Mekaniğin temellerinin bile değiştirildiği bir dönemde, bu devrimi klasik dil içinde yeniden yorumlamak makul ve doğrusu mümkün görülmüyordu.

Bir başka kötü başlangıç daha olmuştur. Belli bir devrede, dalgaların yayılmalarının veya yer değiştirmelerinin bir bakıma elektronun şekil değiştirmesini, yayılmasını ve yer değiştirmesini temsil ettiği ileri sürülmüştü; **perturbation** arttıkça elektron büyüyor, dalga daha hızla yer değiştirdikçe elektron da hızlanıyordu. Fakat bu yorum üstesinden gelinmez bir engelle karşılaştı. Parçacığın durumu gözle değil fakat onun büyütülmüş tabii şekli olan mikroskopla, her arandığından, elektronun büyüdüğü hiç gözlenmiyor; görülmesi gereken yerde en küçük bir parçasına bile rastlanamıyordu. Parçacık ya oradaydı ya değildi; ya bütünüyle orandaydı ya da hiç yoktu. Elektronun hızı ya da itilişi ölçülmek istenildiği zaman bunun parçalarından bir kısmının bir şekilde, diğer kısmının başka şekilde hareket ettiği gözlenmiyordu. Daima tek

bir elektron, tek bir hız, deneysel araştırmaya tek bir cevap vardır. Dalgaların uzayda yayılmasında, demek oluyor ki, elektronun kendisinin geliştiği ortaya çıkmıyordu. Fakat muhtemelen bunun dalgayla aynı biçimde yayıldığı bulunabilecekti.

İşte böylece dalgaların bu durumu belirttikleri, elektron hakkında bilinenleri özetledikleri ve fizikte şimdiye kadar rastlanılanlardan çok daha soyut oldukları anlaşıldı. Elektronik yorumlanmalar soyut olduğu kadar istatistikî şekilde yapılıyordu. Elektronun büyük bir **perturbation** olduğu yerde bulunma şansı kuvvetli idi, **perturbation** küçükse bulunma şansı da az oluyordu. Bu **perturbation** belli bir dalga uzunluğunun ağır bastığı yerde dalgalanmalar gösteriyor idiyse hareket miktarının ölçülmesi muhtemelen bu dalga uzunluğuna uygun düşen bir değer verecekti. Bütün bunlar açıkça nitelikle ilgilidir. Bir gözlemin ya da diğer bazı bilgi çeşitlerinin; örneğin asgari enerji halindeki bir atomun, sonuçlarını belirtme yeteneğine sahip bir dalga fonksiyonu kurabilmek için gerekli kuantum şartları düzenlenmelidir ve düzenlenebilir de; bunlar da kuantum teorisine dahil olurlar: Bunların açıklanmaları bazı matematik gelişmeleri önceden var sayar ve en az bir kara tahta gerektirir. Aynı şekilde bir dalga fonksiyonunun değerini ya da özelliklerini, bu dalga fonksiyonunun öngördüğü şu ya da bu gözlemlerdeki muhtemel sonuçlara bağlayan basit kurallar da teorinin kesin ve gerekli bir kısmını

teşkil ederler. Fakat dalgayı bilgilerimize bağlamanın ve bunu ön görme yeteneğimiz için yorumlamanın yolları yeni fiziğin temelini ortaya koyar.

Bu, atomik **transiti** onların tabiatının da öngörülmesini sağlayabileceği gibi, istatistikî bir fiziktir. Bu fizik, ilerisi için söylediklerine bir olabirlik iddiası ve ancak bazı nadir özel hallerde kesinlik biçimi verir. Bunu ortaya koyduktan sonra, girişim ve iki delik meselemize dönelim.

Üzerinde iki delik delinmiş olan saydamsız bir ekran olsun, belli bir hızı ve dolayısıyla bir dalga boyu ve bir yönü olan bir ışık ya da daha doğrusu elektronlar düşünelim. Bir elektron kaynağı iki deney yapmaya imkân verir. İlk deneyde, her delik, diğerinin kapalı olacağı küçük bir an açık bulunacaktır. İkinci deneyde, iki delik de aynı anda açık bulunacaktır. Ekranın arkasında, örneğin bir fotoğraf plâğı yardımıyla elektronlar kaydedilirse, iki resmi birbirinden tamamen farklı olduğu görülür, Birinci halde her delikten ayrı ayrı geçiş yoluyla bu dalga uzunluğunun ve bu çaptaki deliklerin karakteristiği olan kırınım deseni elde edilir. Deliklerin her birinden geçişlere ait desenler birbirinin aynıdır. Fakat iki delik de aynı anda açık olursa daha başka bir şey olur. Birbirinden çıkan dalgalar diğerinden çıkan dalgalarla girişir. Evvelce etkilenmiş bölgelerle şimdikiler aynı değildir. Ve elektronların temas ettiği yeni bölgeler görünür.

Deliklerden birinden ya da diğerinden geçen elektronların çizdikleri yolu inceleyerek olayı açıklamaya teşebbüs edilirse, elektronun geçmediği deliğin açık ya da kapalı oluşunun nasıl olup da bir değişiklik yarattığını anlamak mümkün olmayacaktır. Oysa ki bu durumda bir değişiklik meydana gelmektedir. Etkinin, her iki delikten geçen elektronların arasındaki karşılıklı tesirden meydana geldiği ileri sürülürse, bunu çürütmek için şunu belirtmek yeter ki, deliklerden aynı anda iki elektronun geçemeyeceğini sağlayacak tedbir alındığı zaman görüntü bundan hiç etkilenmemektedir. Gözlenen yalıtılmış parçacıkların davranışıdır; birçok parçacığın girişimi değildir,

Bu deneyde böylece şunu diyebiliriz: prensip olarak, elektronun hangi delikten geçtiği bilinmiyor. Ve yalnızca birinden ya da diğerinden geçebilme olanağı, karakteristik yeni girişim olaylarına fotoğraf kâğıdındaki beyaz ve siyah noktalara götürüyor. Buradan da şu çıkıyor : örneğin elektronun ekran üzerine kaydettiği hafif itişlere bakarak ya da bunları gözleyerek elektronun hangi delikten geçtiğini anlamak için bir düzenleme yaparsak, girişimin etkilerini yok edeceğiz. Bu durumda iki deliği birbirini arkasından açıp kapayarak elde ettiğimiz sonucun aynını elde edeceğiz. Görülüyor ki, bu sonuçlarla, olayların bir dalgalar alanı ile nitelik bakımından anlatılması arasındaki ilişki, Heisenberg'in belirsizlik prensibi ile nicel bir

durum kazandırılmış delillerine oldukça kesinlikle paraleldir.

Gerçekten, elektronun tek bir delikten geçtiğine emin olmak için dalgalar alanının bu bölgeye sınırlı olması gerekecekti. Bunun için de bu alanın, bir delikte güçlenebilmeleri ve diğerinde kaybolabilemeleri için yeteri kadar farklı dalgalardan meydana gelmesi lâzım gelecekti. Oysa bu dalgaların girişmek için gerekli uygunluğa sahip olmadıklarını biliyoruz. Biraz daha genel bir biçimde söylemek gerekirse, homojen dalgalar, belli bir hızı ya da itilişi olan fakat kötü tanımlanmış ya da hiç tanımlanmamış bir pozisyona sahip bir elektrona uygun düşmektedirler. Bu dalgalar, alanının aynı zamanda hem bir durum hem de iyi tanımlanmış bir itiliş olabilmesine getirilen bu tamamlayıcı sınırlama evrenseldir. Bu sınırlama, hareket miktarıyla ölçülür ve yalnız elektronlar için değil, aynı zamanda, karmaşık sistemlerin çizdiği daha karışık dalgalar, atomlar, çekirdekler, en karmaşık ya da en basit madde parçacıkları için de geçerlidir. Hiçbir dalga alanının, klâsik fiziğin peşinden koştuğu bir cismin ne pozisyonu ne de hızı hakkında tam bir tanımlama sağlayamaması, gerçek dünyada yapacağımız gözlemlerin de sınırını çizer. Bu yüzden, bir sistem incelendiği, bir deney, ya da bir gözlem yapıldığı zaman, bu konuda önceden bilinen bir bilgi varsa, bu bilgi tamamen ya da kısmen kaybedilebilir. Bizzat deney, başka bir deyişle, kullanılan sistem, ve aletler arasındaki etki -

tepki önceden bildiklerimizi değiştirir ve çoğu zaman öyle değiştirir ki, ölçüyü ya da girişilen gözlemi zedelemeksizin bu eski bilgiyi aramak mümkün olamaz.

Bir örnek vermek için şunu söyliyelim : iki delik meselesinde ekran üzerinde bir noktada kaydettiği itişi gözleyerek, elektronun hangi delikten geçtiğini anlamak için ekranın bir kısmının tepki göstermesine müsaade etmek gerekir. Bu ise parçacığın geçtiği andaki ekranın pozisyonu ile ilgili bütün kesinliği ortadan kaldırır. Bu deneyde, bilgilerin bu sınırlanışının ne şekilde oluştuğu üzerine birçok karmaşık ve ayrıntılı inceleme yapılmıştır. Fakat, tümleyicilik prensibi ve bu dalgalar alanının olayları anlatmadaki genel yetersizliği, bir cismin ve gözlem aracının anlatımında temel teşkil ettiğine göre, bu örnekler yalnızca şu genel gerçeği göstermekte ve somutlaştırmaktadırlar: klâsik fizikte olduğunun aksine, belli bir halde, aynı maddî sistemin bütün yönlerinin tanımlanması olanağının evrensel şekilde sınırlanması gerçeği.

Hareket miktarının sonlu olma özelliğinin önemli bir rol oynadığı atomik sistemleri gözlemek için birçok cins mermi, deney ve aletler arasından bir seçme yapma imkânı vardır. Her durumda eğer deney iyi ise olup bitenleri belirtecek bir sonuç alınır. Bu sonuçtan ve bunu temsil eden dalgalar alanından hareket edilerek ilerideki bir deneyde ne olacağını istatistikî olarak söylemek mümkündür. Mümkün olan ölçü-

ler çeitlidir; gözlemciye, bunlar arasından seçme yapması sırasında, hiçbir sınır zorla kabul ettirilemez.

Bu gerçek anlayışı Newton'un dev makinasından çok farklıdır. Bu anlayış nedensellik ilkesine dayanmaz; bugün bilinenlerden hareketle, geleceğin bir bütün olarak belirlenmesine imkân vermez. Kuantum teorisinin kanunlarının uygulanması bir deneyin sonucunu sınırlar ama genellikle bu sonucu belirlemez. Demek oluyor ki, bir sistemin bütün gözlemleri, o sistemin durumu hakkında önceden bilinmeyen, matematik analiz ve hesap yoluyla da elde edilemeyecek olan bir bilgi getirir. Buradan da şu çıkıyor : bir ölçü elde etmek, atom dünyasında olup bitenleri incelemek için yapılacak her teşebbüs, bu dünyanın evrensel düzenine rağmen tek ve önceden bütünüyle söylenilmesine imkân olmayan yeni bir durum yaratır.

Kısa bir açıklamada bile belirtilecek başka düşünceler de vardır. Hareket denklemlerinin, içinde formüle edildikleri durum, hız hızlanma ve güç gibi kavramların aynı anda kullanılamayacakları ve biraraya geldiklerinde, elektronlar hakkında bilinenlerle bir atomik sistemde geçerli olabilecek kadar kesinlikle uyuşamadıklarının anlaşılması üzerine, bu hareket denklemleri kavramı hemen hemen unutulmuştur. Buna karşılık, gözlem vasıtasıyla elde edilenleri özetleyen durum hakkında bilgi sahibi olmak mümkündür. Hareket denklemlerinin eş değeri sistem üzerine, ya da kendi üzerine et-

ki yapan güçlerin tesiri altında, bu durumun zaman içinde nasıl değişeceğini ortaya koyacaktır. Bu tam anlamıyla Schroedinger denkleminin yaptığı iştir. Burada da hareket miktarının tatbikatta ihmal edilebilir olduğu som cisimlere ve alışılagelmiş deneylerin büyük mesafelerine uygulandığında bu ilişki, Newton yörüngesinin klasik biçiminin saflığı içinde yeniden ortaya çıkması için uzayda oldukça mantıki biçimlerde merkezileşmiş olan ve ortalama dalga boyunun şu ya da bu yanına oldukça az dağılmış bulunan dalgalar çizecektir.

Fakat bu durum - bir yörüngenin ortaya çıkması - bir atomun normal durumunu belirten dalgadan bir hayli uzaktır. Durum ve yörünge, aynı şekilde, pozisyon ve itiliş tanımlayıcı unsurlardır. Bunlardan biri uygulandığı zaman diğeri tanımlanamaz ve tam bir anlatım, yapılan gözleme ve sorulan sorulara göre, bazen birinci bazen diğerini kullanmayı gerektirmektedir.

Burada gözlemci ve cisimden, araçtan, mermiden ve incelenecek sistemden bahsettiğimiz zaman insan aklından söz etmiyoruz. Söz konusu olan, incelenecek cisimle bu iş için kullanılacak araçlar arasında bir ayrımdır. Bu ayrım birçok şekilde yapılabilir. Rutherford'un $\alpha$ parçacıkları bir araç ve bunlardan alınacak cevaplar olayların bir ölçüsü sayılabilir. $\alpha$ parçacığı incelenen sistemin bir parçası ve **trajectoire**ını tanımlayan yarıklar ya da onun yönünü değiştiren alanlar ve onu dedekte eden

ekranlar araç sayılabilir. Fakat her durumda gözlem, bir lambanın yakılması, bir devrenin açılması ya da bir aracın kadranındaki iğnenin yer değiştirmesi gibi iyi tanımlanmış, alışılagelmiş müphemliği olmayan ve artık şu ya da bu gözlemi yapma özelliğine sahip bulunmayan makroskopik olaylar haline gelmiştir. Atomik dünya objektifliğini kaybetmemiştir. Fakat özelliklerinden birini ya da diğerin tanımlarken ve özelliklerini ölçerken kullandığımız deneyle ilgili bağlar vasıtasıyla objektifliğe ulaşmıştır.

Şunu iyi bilmek gerekir ki, burada anlattığımız bir mizacın bir seçmenin ya da bir zevkin ifadesi değildir. Bu, kesin, güzel, nicel, sonsuz bir suplese ve güce sahip bir bilimdir. Fizikte yeni buluşlara hazırlanan öğrencilerin, tekniğin kendilerinden maddelerin katı halleri hakkında bilgi sahibi olmalarını istediği mühendislerin, bileşmelerin inceliklerin ya da kinetik kimya öğrenmek için kimyacıların ve yıldızlarda neler olduğunu öğrenmek isteyen astronomların öğrendikleri işte budur. Denklemlerden faydalanmaksızın bu bilim dalının anlatılmasında daha ileri de gidilebilirdi. Fakat bir süre sonra kelimeler tedirgin edici ve yabancı hale gelecekler ve matematik dilinde mükemmel ve basit şekilde söylenebilecek olanı değiştirme tehlikesine düşeceklerdi.

Kuantalar teorisinin en çelişik özellikleri bazen gerçek önemi olan pratik meselelere bağlı olarak ortaya çıkar. Dikkate çarpan bu özel-

liklerden biri ve en eşsiz olanı şudur: Günlük hayatta yuvarlak bir cisim bir tepenin yukarısına doğru yuvarlanır da tepeyi aşacak kadar kuvvete sahip olmazsa aynı yamaca gerisin geriye döner, engeli aşamamıştır. Fakat bu tepe $\alpha$ parçacıkları ya da elektronları ile bombardıman edilirse tepeyi aşamıyacak durumda da olsalar bunların tepenin öbür tarafına geçme için bazı şanslara sahip olacakları söylenebilir. Burada aydınlatılmış çok küçük cisimlerin net gölgeler vermedikleri konusundaki gözlem ile yakın bir benzeyiş vardır. Dalgalı niteliği yüzünden ışık, çevresinde eğilip bükülür. Bu olay şuna da uygun düşmektedir: Bir engele doğru ya enerjisi belirli elektronlar ya da başka parçacıklar fırlatılırsa yalnız başına ne kinetik enerji ne de potansiyel enerji tam anlamıyla tanımlanamaz. Elektronu tepeyi geçeceği anda tespit etmek istenilirse, elektrona onu belki tepeye ulaştırabilecek kadar bir itiş gücü verecek bir deney yapmak gerekecektir. Engellerin içinden geçme önemsiz değildir. Rutherford'un kullandığı $\alpha$ parçacıklarının bazen milyonlarca yıl sonra yüksek bir tepenin ardındaki elektrikî itiş ile hapsedilmiş olan elektronların buradeki çekirdeklerden kurtulabildikleri, güneşteki ve diğer yıldızlardaki çok orta halli bir enerjinin çekirdeklerinin arada sırada bunlarla temasa geçtikleri ve bunlara etki yaptıkları böylece açıklanır. Böylece yıldızlar gökleri aydınlatmakta, güneşte yeryüzünü ısıtmakta ve beslemektedirler.

Bütün maddelerin dalgalı yapısının diğer bir sonucu şudur: Çok yavaş ve çok büyük dalga boyuna sahip parçacıklar başka maddî parçacıkları bombardıman ettikleri zaman bu girişimler çarpışma sırasında sınırlanmışsa birbirleri üzerinde daha sık etki yaparlar. Bunların nisbî pozisyonlarının tanımlanamamaları girişimi bazen bu parçacıkların boyutları ile değil de dalga boyları ile nitelenen uzaklıklarda mümkün kılar. Diğer birçokları arasında tabii uranyumda bulunan 235 izotopunun, civarındaki nötronlardan yeteri kadarını yakalayarak bir atom reaktöründe zincirleme reaksiyon meydana getirmesine imkân sağlayan durum budur. Biliyoruz ki, bütün elektronlar birbirlerine benzerler. Önlerinde bulunan nitelikler, yükleri, durgunluk halindeki kitleleri birbirlerinin aynıdır. Bu konu daha iyi öğrenilmeğe ihtiyaç göstermektedir. Bunda bir gün elbette başarıya ulaşılacaktır. Bu benzerliğin doğru olduğu biliniyor; fakat eğer klâsik fizik mutlak olarak hüküm sürseydi, bir elektronu her zaman ayırt etmek ve bunun önceden görünen elektron olup olmadığını anlamak mümkün olurdu. Biraz zahmetli bile olsa doğrusu çelişmesiz ve mantıksızlıktan uzak bir şekilde elektronu önce bulunduğu yerde ve trajektuarında, çarpışmalarında, girişimlerinde, yön değiştirmelerinde ve değişikliğe uğramalarında izlemek mümkün olurdu. Çarpıştıkları anda hangisinin bir yöne hangisinin diğer yöne gittiği bilinirdi. Gerçekte bu tam olarak doğru değildir. Sadece

çatışmanın iki parçacığın aynı yerde ve aynı anda birbirleri ile üst üste gelmeyen dalgalarla anlatılabilecek kadar zayıf bir enerjiyle ortaya çıktığı nadir hallerde bu husus gerçekleşebilir.

Bu gerçekleşmediği andan itibaren, prensip olarak, bunları birbirinden ayırmak ve ayın atomun hattâ birbirine yakın atomların elektronlarının iyi tanımlanmış bir pozisyonları olmadığı, bu elektronların sık sık aynı hacmi işgal ettikleri atom fiziğinde bunların her birini ayırd etmenin hiçbir yolu yoktur. Bizzat olayın da yankıları vardır. İki elektron çatıştığı zaman bunları temsil eden dalgalar girişir, bu da yeni etkileri ve bunların elektrikî itilişlerinden doğan yeni girişim biçimlerini doğurur. Miknatısların sürekli miknatıslıklarını meydana getiren budur. Organik kimyanın bileşmeleri canlı maddenin düşünlebilecek bütün biçimleri ve hayatın kendisi buna bağlıdır.

Bu örnekler konuşmayı hayret ve şaşkınlık içinde uzatmak için verilmemiştir. Bunlar daha çok yeni mekaniğin dalga - parçacık ikiliğinin ve doğal dünyanın alışılagelmiş önemli özelliklerini anlamaya imkân veren tümleyiciliğin en çelişik ve en beklenmeyen sonuçlarıdır. Ve bunların bir parçasını teşkil ettikleri bilimsel sistem tamamen birbiri ile uyuşan bir niteliktedir.

## SAĞDUYUNUN YETERSİZLİĞİ

Newton'dan bir yüzyıl sonra, 1784'de, bu yüz yıldaki ilerlemeler, Gotha'daki Sainte - Marguerite Kilisesinin Çan Kulesinin yuvarlağına yerleştirilen yazarı belirsiz bir yazıyla kutlulanmıştı. Bu yazı şöyle diyordu :

«Günlerimiz, XVIII. inci yüzyılın en mutlu dönemini doldurmuştur... Dinsel kin ve vicdanların zorlanması sona ermektedir. Yakınını sevmek ve düşünce özgürlüğü üstün geliyor. Sanatkârlar ve bilimler meyvalarını veriyor. Ve başkışlarımız tabiatın atölyesine derinlemesine dalıyor. Sanaatkârlar sanatçıların mükemmeliyetine yaklaşıyorlar. Faydalı bilgiler toplumdaki her sınıfta filizleniyor. Burada çağımızın sadık bir anlatımını görüyorsunuz. Siz de sizden sonrakiler için böyle hareket ediniz ve mutlu olunuz.»

Dengesizlik, önünde ilerleme dramının, yani insanın iyileşmesinin, bilgilerinin artmasının, gücünün yükselmesinin, kısmen bozulmasının ve kısmen fidye vererek kurtarılması oyununun oynandığı bir fon perdesidir. Uygarlıklarımız ölüyor. İşlenen taş, yazılan yazı, kahramanca bir davranış, uzak bir anı haline geliyor ve sonunda yok oluyor. Zaman gelecek bizim kuşağımız ortadan kaybolcak. Evimizde, yaşadığımız toprakta kimse kalmayacak, çünkü güneş yaşlanıyor ve değişiyor.

Bununla birlikte, ister hiçbirşeyin bilinemeyeceğini söyleyenlerden, ister Budistlerden, ister Hristiyanlardan olsun, hiç kimse tam anlamıyla böyle düşünmüyor. Davranışları, düşünceleri, çevrelerindeki dünyada gördükleri, - bir yaprağın düşüşü, bir çocuğun neşesi, ayın doğuşu - yalnızca oluşumla ve gelişimle ilgili tarihsel olaylar değildir. Zaman dışındaki dünyada da yer alırlar, ışıkta ve sonsuzlukta da yer alırlar.

Süre ve tarih, sonsuzluk ve zamandışılık anlayışları insanın yaşadığı dünyayı anlamak için sarfettiği gücün iki yönüdür. Bunlardan hiçbiri bir diğerinin içinde değildir., ve hiçbiri bir diğerine dönüşemez .Bunlar, fizikte öğrenildiği gibi, birbirlerini tümleyicidirler; biri diğeri için gereklidir, çünki hiçbiri tek başına mükemmel değildir. Bu konuya ileride gene dönelim.

İşin başında, fizikçilerin tümleştirme konusundaki açıklamalarını yeniden görmek ve geliştirmek iyi olacaktır. Tümleştirme, en basit

şekliyle, bir elektronun bazen sürekli bir şekilde yayılan ve optik laboratuarlarda incelenen girişim özellikleri gösteren bir dalga olarak, bazen de her an iyi tanımlanmış bir pozisyonu olan, kesikli, tek başına bulunan bir atomik parçacık olarak ele alınması anlamına gelmektedir. Aynı ikilik bütün maddelerde ve ışıkta da vardır. Biraz daha soyut biçimde tümleyicilik şu anlama gelir. Öyle durumlar vardır ki, atomik bir cismin pozisyonu hiçbir çelişme olmadan ölçülebilir, tanımlanabilir ve incelenebilir. Bazı durumlarda ise bu mümkün değildir, fakat sistemin enerjisi ya da itişi gibi farklı nitelikler tanımlanmıştır ve geçerlidir. İlk anlayış ne kadar iyi uygulanırsa ikincisi o kadar elverişsiz olur. Öyle ki, gerçekte itişle pozisyonun, ikisinin birden Newton mekaniğinin bizi alıştırdığı önceden görme tarzına imkân verecek kadar iyi tanımlandığı hiçbir atomik durum yoktur. Bu yalnızca, bir gözlem bize bir sistemin pozisyonunu verdiğinde, bu sistemin itişini bilmeyişmizden değildir. Daha fazlası da vardır. Birincisi bilindiğinden, ikincisi için de çeşitli değerler arasından bir seçme yapmanın yeteceği düşünülebilir. Bu, pozisyonu ölçülmüş ve çeşitli itilişleri ölçülmemiş bütün cisimler için bir cins vasıta sayılır ve insan tutumunu bu temel üzerine dayanarak belirtmeye çalışırsa, Newton kanunlarının uygulanması tabiatte gözlenilenden tamamen değişik bir sonuç verir. Bu olay, büyük cisimlerin mekaniğinin bilinmeyen ve kendine özgü özelliğinden doğmaktadır. Bu cisimlerin dalgaları,

aralarındaki girişimin çeşitli itilişlerinin kabulünün sonuçlarını gösterir. Başka bir deyişle, pozisyonun ve hızın, bir atomik sistemin, bir kısmı bilinen ve diğer kısmı bilinebilir özellikleri olduğunu farzetmek mümkün değildir. Şunu kabul etmek zorunluğu vardır ki, ikincileri belirlemeye yönelen her girişim birinciler hakkındaki bilinenleri yok edecektir ve atomu gözlemek ya da onu denemeye tabi tutmak için izlenebilecek çeşitli yollara uygun düşen bir seçmeyle, bir ayırmayla karşı karşıya bulunulmaktadır. Gözlemin tabiatı ve sonucuyla tam anlamıyla tanımlanmış birçok şeyle karşı karşıya bulunuyoruz. Gözlemin tabiatı sistemin iyice tanımlanacak özellikleriyle şöyle böyle tanımlanacak özelliklerini belirler. Sonuç ise, daha sonra, iyice tanımlanmış miktarları ölçer. Demek oluyor ki, bütün bu şeyler, yaptığımız gözlemin cinsini ve bu gözlemin ortaya çıkarma imkânı verdiği şeyler konusunda genel bir açıklama yapmayı güçleştiren bir soyutlama ile sembolleştiren bir özetlemedir. Bütün bunlar deneysel pozisyonun doğruluğu bilinen özelliklerini kurallaştırır. Şöyle ki, kullanılan cihazlar atomik sistemler hakkında bildiklerimizi kaybeder. Bu cihazlar, aynı şekilde, deney, ölçülebilir olan şeyleri ölçemez hale gelmedikçe, bozulmaları kaydedilemeyecek ve kontrol edilemeyecek olan belirlenmemiş deneysel pozisyonları da kaydeder.

Bu yol, atomu anlatmanın tek yolu değildir. Fakat bu yol, sahip olduğumz bilgilere ve bunları elde etmek için kullandığımız araçlara

uygun düşen tek yoldur. Bu yol atomun tam açıklamasını verir. Ve deney uygun şekilde ve titizlikle gerçekleştirilirse, bundan öğrenilecek her şeyi bu açıklama anlatır. Başka bir açıklama tarzında bulunabilecek şeyler ise bundan ibaret değildir. Bu yol, kabul edilen açıklama tarzının verebileceği şeylerin bütünüdür.

Bu durum objektiftir. Özellikleri ölçülebilir, benzer atomlarla ve farklı bir durumlarda yeniden yapılabilir, özellikleri ve zaman içinde değişme şekli incelenebilir. Burada keyfi ve sübjektif hiçbir şey yoktur. Bir kere deney bitip sonuç kaydedilip atom da serbest bırakılınca, bu deneyin yönünü ve sonucunu anlarız; ancak bilgilerimizi elde etmek tarzımızın ayrıntılarını unutabiliriz.

Fakat sistemin durumu objektif olduğu halde, genellikle bu sistemin nasıl meydana geldiğini mekanik olarak göstermemiz mümkün değildir. Bu konuda Einstein ile Bohr arasında atom teorisinin anlamı ve eksiksizliği üzerinde ki tartışmalarda oynadığı önemli rol ile tanınan belirli bir örnek de vardır. Bu örnek oldukça basit şekilde açıklanabilir. İncelemek istenilen cisme göre, bir elektron ya da atom ile nisbeten büyük bir cisim olsun, üzerinde bir delik bulunan bir ekran ya da hareketi elektronunkine kıyasla ihmâl edilebilecek kadar az olan ağır başka bir cisim olsun. Farzedelim ki, ölçüler bize bunların itişlerini ya da hareket miktarlarını vermiş olsunlar. Bu cisimleri karşı karşıya getirelim. Nihayet elektronun delikten çıktığını ya

da öbür cismin üzerine bindiğini kabul edelim. Çarpışmadan sonra ağır cismin itilişi ölçülürse parçacığındakini de öğrenmek mümkün olacaktır. Çünkü Newton'un üçüncü kanunu, itişlerin toplamının çarpışmayla değişmeyeceğini bize öğretmektedir. Bu durumda itiliş de ölçülerin inceliği oranında kesin olacaktır. Öte yandan, ağır cismin pozisyonu gözlenebilmişse, hafif cismin çarpışma anında nerede bulunduğu da bilinecektir ve böylece bu küçük cismin pozisyonunun iyice tanımlandığı fakat itilişinin tanımlanmadığı durum hakkında çok değişik bir anlatım ortaya çıkacaktır. Mekanik dilde, bu, merkezi çarpışma noktası olan daire biçiminde bir dalga anlamına gelir, yönünün ve dalga boyunun hareket miktarına tekabül ettiği yassı bir dalga anlamına gelmez.

Böyle elektronun interactionda olduğu ağır cisimde neyin gözleneceği seçilerek elektronun tamamen birbirinden farklı iki durumundan biri ya da diğeri ortaya konulabilir. Bu kavramlara verilen anlamlar ne olursa olsun elektronun fizik özellikleri değiştirilemez ve tâdil edilemez. Takip edilen usulün, yani deneyin tabiatının son bir kısmı tanımlanır. Hiçbir seçme yapılmazsa ve hareket miktarı ölçülmeksizin ve durumu tanımlanmaksızın ağır cisim kendi haline bırakılırsa, elektron hakkında katiyyen hiçbirşey anlaşılmaz. Elektronun bir durumu yoktur ve onu yeni bir deneye tabi tutmaya giriştiğimizde ne olacağını ve ne bulacağımızı geçerli bir şekilde önceden görmenin hiç imkânı yok-

tur. Elektron kendisini gözlemek ya da incelemek için seçilen vasıtalardan bağımsız olarak objektifleştirilemez. Bu göz önünde tutulmazsa, elektronun özellikleri hakkında tam bir cahillik içinde bulunulur.

Tabii ve kaçınılmaz gibi duran ve esas olarak düşüncenin ve tabiatın içinde bulunan niteliklere dayanır görünen bazı anlayışların, gerçekte deneye dayandığını, keşifler ve deneyin hassaslaşması sayesinde ulaşılabilir hale gelen bazı alanlarda bu anlayışların artık uygulanmadıklarını bize kabaca hatırlatmaktadır.

Fakat, elektronun atomik bir sistem içindeki özelliklerini daha soyut bir biçimde anlatmak, bu sistemlerden edindiğimiz zengin tecrübeyi ifade etmek için, unutmamak lazımdır ki, herşey, büyük cisimlerin davranışı hakkındaki geleneksel açıklamaların gözden geçirilmeksizin kabul edilmesine dayanmaktadır. Böylesine genel terimlerle sözünü ettiğimiz ölçüler, gerçekte, bir ibrenin durumunu gözlemek, saat üzerinde zamanı okumak, ya da bir fotoğraf kağıdı üzerinde koyu bir lekenin belirdiği ya da fosforlu bir ekran üzerinde ışığın parladığı yeri ölçmeye gelmektedir. Herşey, atomik sistemler hakkında bildiklerimizi, deneye ve atomik alanın ölçülerinin ve belirsizliklerinin direk olarak uygulanmadığı büyük cisimlerin davranışı ile açık, ve objektif duruma getirilmiş gözlemlere yöneltmeye geliyor. İşte bu yüzden, sürekli olarak artan arınmalar ve fizik evrenin uzak, çok küçük ve elde edilemez kısımları hakkındaki an-

layışlarımız üzerindeki önemli gözden geçirmeler, günlük normal deneylerden meydana gelen alışılagelmiş fizikî dünya üzerinde ani yankılar yapmıyorlar.

Günlük deneylerimizdeki büyük cisimlerin, bilinen, hızlarından pozisyonlarından v.s. bahsetmeyi geçerli, yerinde ve gerekli sayan sağduyu, bu konuda haksız değildir. Sağduyu, eğer, alışageldiğimiz şeylerin bilmediğimiz atomlarda mutlaka yeniden ortaya çıkmasını isterse ve gittiğimiz her yeni ülkenin eskisine benzeyeceği hayaline bizi kaptırırsa işte o zaman haksız olur. Sosyal hayatın ne ile sınırlı olduğunu tamamen unutursak sosyal hayatın binlerce yıllık ortak mirası olan sağduyu, bizi yanlışlığa sürükleyebilir.

Bunu anlamama yüzünden, yeni buluşlardan, özellikle atom alanındakilerden, insanın olağan işlerine uzak sonuçlar çıkarılmak istenilmiştir. Bazıları, atomik davranışların son kanunların kesinlikle, nedensel biçimde ve sıkı sıkıya belirlenmiş olmadığından, evrenin belirliliği üzerine kurulu bulunan Laplace'in ünlü tezinin hükümsüz kalacağını ileri sürmüşlerdir.

Diğer bazı kimseler, atomik olaylardaki nedensellik yokluğunda, ferdin karar verme ya da sorumluluk karşısında kaldığı andaki durumunu niteleyen duygunun fizikî temelini gördüklerini sanmışlardır.

Aynı hafiflikle ileri sürülen bir görüş de şudur : nasıl bir atomik sistemin durumunu tanımlamak için bir gözlem gerekliyse ve bu gözlem

atomların durumunu etkilerse, ferdin düşüncelerini açıklaması ve formüle etmesi de bu düşünceleri değiştirir. Bunun gibi, psikolojik olayların akışı da bir daha düzeltilemeyecek şekilde değişebilir. Hatta psikolojik olaylara nüfuz etmek için sarfedilen gayret de bu değişmeye yol açabilir. Oysa, tamamlayıcı bir anlatım gerekliyse, yukarıdaki hususun sebebi, gözlemin atomik sistemin durumunu değiştirebileceği değil, fakat gözlemin geçerli olabilmesi için gerekli bütün analizlerin ve bütün değişik kontrollerin sağlanmasının imkânsız olmasıdır. Bununla beraber, atom fiziğindeki buluşların insanlara ait meselelere böyle aşırı şekilde uygulanmak intenmesi, geçerli sayılabilecek andırışların da hiç mevcut olmadığını göstermez. Bu andırmalar, eşyanın tabiatı sebebiyle, daha az net, daha az keskin ve daha az ustalıklıdır. Bunlar, düşüncenin ve gerçeğin anlatımının tamamlayıcı biçimlerinin, geleneğimizin eski ve sürekli bir unsuru olduğu vakıasına dayanırlar. Atom fiziğindeki deneylerin bu konulara karışması, yalnızca, konuşma ve düşünme biçimlerinin, pozitif, uygun, keskin ve dürüst olması içindir.

Bir çok örnekler atomik teorinin tümleştiriciliği ile açıklanırlar ve sonra da bu teoriyi aydınlatırlar. Bu örneklerden bazıları çok daha başka faaliyetlerle, ötekiler de daha eski bilgilerle ilgilidir. Fizikten alınmış bu örnek ise, diğerlerini andırması kadar, onlardan farklı olması bakımından da öğreticidir. İstatistikî mekanik de denilen ısının kinetik teorisi, XIX'un-

cu yüzyıl biliminin en büyük zaferlerinden biridir. Bu teori maddenin çok sayıda makroskopik özelliklerinden ve eğilimlerinden çıkartılmış bir yorumlamadır. Örneğin, ısı değiştirebilme niteliğine sahip cisimlerin ısılarının eşitlenmesinden, bir kabın içindeki gazın kabın her yerinde aynı yoğunluğa sahip olmasından, çalışmanın ısı haline gelmesinden ve daha genel bir şekilde tabiatın değiştirilemez vetirelerinden çıkartılmış bir yorumlamadır. Tabiatın bu değiştirilemez özelliği, vetireler gelişmeye bırakıldığı zaman, sistemlerin **entropie**'si (1) artar ve biçimler gittikçe birbirlerine benzerler.

Burada bahsettiğimiz olaylar, ısının, yoğunluğun, basıncın ve büyük çaptaki diğer özelliklerin fonksiyonu ile tanımlanırlar. İstatistikî mekanik, yani kinetik teori, bu sistemlerin davranışını moleküller üzerinde etki yapan kuvvetlerle ve bunların hareketleriyle açıklar. Newton kanunları bunun çok kesin şekilde yapılabilmesine imkân verir. Fakat bu, hareketle ilgili istatistikî bir teoridir. İtiraf edilmelidir ki, bu husus bütünüyle bilinmemekte ve çeşitli moleküllerin pozisyonlarının ve hızlarının inceden inceye öğrenilmesine çalışılmamakta, yalnız ortalama davranışın bilinmesi intenilmektedir. Örneğin bir gazın ısısı, moleküllerin ortalama kinetik enerjisinden; basıncı ise, bu moleküllerin kabın yüzeyine çarpmalarından doğan kuvvetle-

(1) **entropie: termodinamikte, bir sistemin enerjisindeki azalmayı değerlendirmeye imkân veren büyüklük.**

rin ortalamasından çıkarılır. Kısmen olayların ayrıntıları hakkındaki bilgisizliğimize bağlı olan bu anlatım, demek oluyor ki bazı bakımlardan, çeşitli moleküllerin hareketi ile tamamlanan bir dinamik anlatımın tümleyicisidir. Bu anlamda kinetik teori ile dinamik birbirlerini bütünlerler. Bunlardan biri moleküllerin çeşitli davranış tarzlarının bilindiği ve incelendiği bir duruma, diğeri ise büyük ölçüde bu sonuncular hakkındaki bilgisizliğimizi niteleyen şeylere uygulanır.

Fakat atomik bütünleyiciliği andırma sadece kısmîdir. Çünkü, bütün moleküllerin yayılmasını önlemek ve yaptıklarını ölçmek gibi zor bir iş gerçekleştirilse bile, kinetik teorinin dayandığı klâsik dinamik, bir gazın davranışının az da olsa değişeceğini düşündürecek hiçbir belirti göstermemektedir. Hiç şüphesiz ısıdan bahsetme gerekliliği duyulmayacaktır. Çünkü gerçek davranışı bilerek ortalama davranışı bulmak yetecektir. Fakat bu ısı, ayrıca, moleküllerin toplam kinetik enerjisiyle de tanımlanabilir. Sistemin bir kısmındaki ısının daima diğer kısımla eşitlenmeye yöneldiği görülecektir.

İşte bir sistemi iki şekilde tanımlamayı öngören, iki ilgi merkezini içinde bulunduran bir durum. Birincisi, küçük sayıda moleküllerle uğraşıldığı ve bunların ne yaptıkları öğrenilmek istenildiği zaman uygulanır. Diğeri ise, bir madde kütlesine ve bunun hakkında, sadece büyük ölçüde, kaba gözlemlere sahip olunduğu zaman uygulanır.

Bununla birlikte iki anlatımı, istatistikî mekaniğin problemlerinin hepsini değilse bile bir çoğunu çözümlemeye imkân veren klâsik fizik çerçevesinde tek bir sistem halinde birleştirmekte hiçbir mantıki ve özlü güçlük hissedilmemektedir. Fakat bu fiziğin kanunlarını bozmadan yapılsa bile; iki anlatım, tamamen farklı durumlara karşılık teşkil ettiklerinden, bir fayda sağlamayacaktır. Değişik moleküllerle hareketleri ayrıntılı bir anlatımda ele alınsaydı, tabiattaki fizîki olayların değişmezliğinin anlaşılması için bu kadar zorunlu görünen ihtimal kanunları, hiçbir zaman işin içine girmeyecekti. Aynı genel fikirlere sahip olunmayacaktı. Dünyadaki değişikliklerin, az muhtemelden çok muhtemele, çok örgütlüden az örgütlüye doğru yöneldiği bilinmeyeckti. Çünkü sadece bir yörüngeler, **trajectoire**'lar ve çarpışmalar çokluğundan bahsedilecekti. Hareket denklemleri tam bir karşıt harekete de imkân vererek müsaade ettikleri her yer değiştirmede bizi, zaman içinde değişmenin, bozulmaz, aşikâr ve alışılagelmiş bir eğilim olduğu dünyaya götürseydi bu gerçek bir mucize olurdu.

Çeşitli bilimler arasındaki ilişkileri incelerken bütünleyici anlayışın benzer örneklerine rastlanmaktadır. Çoğu zaman, istatistîki anlatımlarla bir gazın dinamiğini birbirine bağlayan tarzda bir bütünleştirmeyle mi; yoksa aksine, iki anlatım tarzının saf ve basit olarak tabiata uygulanamayacağı atom fiziği ile mi karşı karşıya kalındığını söylemek zordur. Her bilimin

kendisine özgü bir dili vardır. Fakat bir bilimden diğerine çeviri yapmak için sözlükler de vardır ve bunlar bütünü ile alındığında, bilimdeki zekâ ve birliğin gelişmesini gösterirler. Bu sözlüklerin tam olduğu pek kesin değildir. Ama fizikle kimya arasındaki uygunluk bakımından tamam gibi görünmektedir. Kimyacının gözlediği ve anlattığı, atom mekaniğinin dilinde de söylenebilir ve hiç değilse bu söylenilenin çoğu anlaşılır. Bununla birlikte, biyolojiyi ilgilendiren karışık kimyasal biçimler söz konusu olunca, atom fiziği sözlüğünün büyük yardımı dokunacağını kimse iddia edemez. Bir gazın anlatılması nasıl onun termo - dinamik davranışını gizliyecekse, sözlük de bu durumda daha çok biyokimyanın büyük düzenliliklerini gizlemeye yönelecektir.

Canlı biçimlerin fiziko - kimyasal anlatımında karşıtlık daha belirli olarak kendini göstermektedir. Burada, kimyasal analizde kullanılan âletlerin son derece kesinliğine, biyolojik yapının en küçük ayrıntılarını belirlemek için optik, hatta elektronik mikroskopların geniş ölçüde kullanılmasına, molekül ölçüsündeki değişikliklerin izlenebilmesi için göstericilerden faydalanılmasına rağmen bu anlatımın eşyanın tabiatı sebebiyle tam olup olmadığı düşünülmektedir.

Mesele iki kısma bölünmektedir : Birincisi biyolojik bir sistemin, öldürülmeksizin maddî ortamından ayırılmasının imkânsızlığı ile ilgilidir. İkincisi biyolojik olayların temel yapılarının - örneğin bölünen hücrelerin çekirdeklerinde bulunan genlerin - hayatın akışını alt üst etmeden

tam bir psiko - kimyasal incelemesini yapmanın mümkün olması ile ilgilidir. Biyoloji bilginleri bu engellerin hiçbirinin aşılmaz olmadığını ve biyolojinin yalnızca biyolojik kavramlar yardımıyla değil, fakat fiziğin ve kimyanın diline benzeyen bir dille ve bütünüyle açıklanabileceğini ümid eder görünüyorlar. Hiç şüphesiz biyolojik ilerlemenin amacı büyük ölçüde bu programın gerçekleşmesini mümkün olduğu kadar ileri götürmektir.

Benzer sorular, bilinçle ilgili meseleler için daha kabaca ortaya konulmakta ve verilen cevaplar çok daha belirsiz olmaktadır. Duyu organlarında ve beynin psikolojisinde gerçekleştirilen ilerlemelere ve bu çapraşık harikaların işleyişi ile yapısını gittikçe daha iy şekilde anlamamıza rağmen, bilinçli bir düşünce ve duyguyla, ortaya çıkan psikolojik olayları psiko - kimyasal dille anlatabilmemiz, belki hiçbir zaman mümkün olmayacaktır. Bugün buna ulaşılması şüphelidir. Her ne olursa olsun, biliyoruz ki, bilincin bazı unsurlarına bağlı fizîki olayları berraklaştırmak başarılsa bile, bunların açıklanması, kendi kedini düşünen insanın, fikirlerinin berraklığının, kararlılığının, iradesinin, ya da sanat eserleri karşısında gözlerinin ve ruhunun mutluluğunun sadık anlatımı olmayacaktır. Hatta, bilinçli hayatın bütünleyiciliğinin ve bunun fizikî yorumlanmasının anlaşılması da bana insan zekâsının sürekli bir unsuru ve psiko - fizik paralellik adıyla tanınan eski anlayışların tam açıklanması gibi görünmektedir.

Çünkü fizîki hayat ve bunun fizîki dünyanın anlatımı ile ilgili ilişkileri başka örneklere de yol açmaktadır. Hayatımızın idrakle ilgili ve duyguyla ilgili çehreleri arasında, bilgi ya da tahlille heyecan ve duygu arasında ilişki vardır. Estetikle kahramanlık; duyguyla, hareketten önce gelen ve onu tanımlayan ahlâkî zorunluluk arasında da ilişki vardır. Kendi kendini tahlil, yani kişisel amaçların belirliliği ile iradei cüziye (yani onu bütünleyen karar verme ve hareket etme özgürlüğü) arasında da klâsik bir ilişki vardır. Bilince uygun düşen maddî olayların fiziko kimyasal anlatımı bir gün mümkün olsa, hattâ fizyolojik ya da psikolojik gözlem, karar ve tehlike anlarındaki davranışımızı yerinde bir teminatla önceden öğrenmeyi mümkün kılsa dahi, hiç şüphesiz bu analizler ve bu bilgiler, karar verme davranışına ve iradenin açıklanmasına, moleküllerin çizdiği yol, bir gazın entropisine ne kadar yabancıysa, o kadar yabancı olur. Endişe ya da sevinçle etkilenmek, güzellik karşısında heyecanlanmak, bazı gerçekleri anlamak insan aklını tümleyici biçimlerdir. Bunların hepsi insanın fikrî hayatını bütünleyen parçalardır. Bunlardan hiçbiri diğerlerinin yerini tutmaz birine başvurulduğunda diğerleri uykuda kalır.

$\alpha$ parçacıkları Rutherford için bir araştırma aracı olmadan önce nasıl bir inceleme konusu olmuşlarsa, aynı şekilde, düşüncelerimiz ve sözlerimiz de düşünme, tahlil konusu olabilirler ve kendi kendimizi anlamamıza, tenkit etmemize, şüphe etmemize imkân verebilirler. Başka za-

manlarda ve başka bütünler içinde aynı sözcükler aynı düşünceler bir araç olarak zekâmızın gücünü ve ışıklarını ilerletmemizin vasıtası olabilirler. Bütün tabiat bilimlerinin en dikkate değeri olan Fiziğin verimliliği ve çeşitliliği ile insan aklının, alışılagelmiş fakat halâ yabancı ve sonsuz derecede büyük zenginliği, bütünleyici vasıtalarla gelişmiş, bu birbirine hemen hemen uymayan, birinden diğerine indirgenemez şeyler büyük ahenk içinde bulunmaktadırlar. Bunlar, insanın çektiği sıkıntıların, insanın göz kamaştırıcı parlaklığının, güçsüzlüğünün ve gücünün, ölümünün, süreksiz varlığının ve ölümsüz başarılarının unsurlarıdır.

## BİLİMLER VE TOPLUM

Bu konuşmalar sırasında, «bilim» adı verilen evin odalarından birine zaman zaman beraberce bir göz attık. Nisbeten sakin olan bu oda, kuantum teorisi ya da atom teorisi adını alır. İskeletini meydana getiren büyük putreller, ışıklar, gölgeler ve geniş pencelerin hepsi bizden 20 yıl önceki kuşağın eseridir. Sükunet burada mutlak değildir. Gençler burayı ziyaret ederler. Burada incelemeler yaparlar ve sonra başka odalara geçerler. Zaman zaman bütünü daha ahenkli kılmak için birisi bir mobilyayı yerinden oynatır ve bir çoğu bizim de yaptığımız gibi, pencereden dışarıya bir göz atarlar. Bina, çok yakınında inşa edilen yeni kollardan gelen seslerin duyulmasına imkân verir. Buralarda, havalara tüneyen bazı kimseler, aşağı düşebilecekleri yüksekliklerde, bu yüksekliklerin bilincine vararak yeni iskeleler kururlar. Bütün çev-

rede hareketli şantiyeler bulunmaktadır. Buralarda inşaatçılar çalışıyorlar ve aramızda, maddenin temel yapısı üzerindeki incelemelerin sürdürürlerken, gençliklerinin ve olgun yaşlarının geçtiği odalar kadar güzel odalara bir gün kavuşmak isteyenleri, çekip alıyorlar.

Bu gerçekten büyük bir yapıdır. Bir plân gereğince yapılmışa benzemiyor, fakat büyük bir site olarak geliştiği anlaşılıyor. Ne merkezî bir oda ne de diğer odaların açıldığı bir koridor var. Bütün çevrede çalışılmaktadır. Bunlar uzayın sonsuz genişliğini ve orada binlerce yıl önce meydana gelen olayları keşfediyorlar. Hayatın yayılmasını, biçim değiştirmesini sürüp gitmesini sağlayan karışık derin ve mükemmel şekilde uydurulmuş mekanizmaları inceliyorlar. Aklın derinliklerini ve öğrenme yollarını yokluyorlar. Atomların büyük derinliklerine ve bunları meydana getiren unsurların keşfedilmemiş düzenlerine dalıyorlar. Ev öyle büyük ki. kimse onu bütünüyle tanıyamıyor. En şanslı olanlar bile odalardan çoğunu dışından ya da ziyaretçilere açılan bir krallık sarayında olduğu gibi kısa bir süre için görmüşler. Bina öyle büyük ki, odalarının nerede bittiği ve komşu evlerin nerede başladığı konusundaki görüşler farklı olabiliyor.

Ev, çizgi kare, daire ya da piramit biçimlerinde kurulmamış; bir gelişmeyi ve aralıksız bir kendinden doğmayı ortaya çıkaran olağanüstü bir düzensizlikle yapılmış. Burada az sayıda kimse oturuyor, denebilir, Bütün odaları sayarsak ve oturmak isteyen herkesin ihtiyacının

karşılandığını kabul edersek evde oturanlar yeryüzündeki nüfusun binde birini teşkil ederler. Mantıklı bir ayırımda bu oran şüphesiz daha bir hayli düşer.

Bu kiracılar aynı zamanda dışarıda başka evlerde de oturuyorlar. Fakat bu evlerde odaların kapısında atom teorisi, ya da genetik, ya da yıldızların iç yapısı yazmaz; çok daha değişik şeyler yazar: enerji, istihsal, hastalık, güzellik, tarih çocuklar, yeminler gibi...

Bu eve girenler çıkarlar; kendisini bu işe en çok vermiş olanlar bile yalnız bu eve bağlı değildirler. Dikkate değer ki, bir kilit ne de kapalı kapı vardır. Her yerde insan hoşgeldin sözleri ile karşılanır. Bu yapı. her gelene açık olan bir kamu yapısıdır.

Bilimdeki buluşlar ve bu büyük evin yeni salonları; insanların, duvarlar dışında olup bitenler hakkındaki düşüncelerin değiştirmiştir. Şimdilik, bizim yaşadığımız fizik evlerinin eskiliği ve genişliği konusunda bazı şüphelere sahip bulunuyoruz. Geçmişimizin uzunluğu ve uzayımızın uçsuz bucaksızlığı duygusu, maddi hayatın basit şartlarına varıncaya kadar etkiler yapar. Yerüzünün fiziği ve gelişme teorisi tarihin, sürenin ve değişmenin anlamını bize belletmiştir. Dünyanın tabiatı ve gerçeği gibi, biz de sessiz ve sakin bir anda tamamen donmuş bulunmuyoruz; aksine, yenilikler, değişmeler, çöküşler ve yeni bir gelişme ile dolu bir değişikler içinde olduğumuzu düşünmeyi öğreniyoruz. Yabancı ilkel kültürlerin iç ahengini ve güzelliğini

gördük. Kendi hayatımızın değişikleri bize böylece yeni bir açıdan görünüyor ve biz, özlü gereklilikler rastlantılarını ayırt ediyoruz. Bizim başkalarından daha az vatansever olmadığımıza inanmak isterim. Fakat bizim vatanseverliğimiz, daha değişik; biz kendimizin olanı severken, başkalarının da kendi ülkelerine ve adetlerine sevgi duymalarını anlıyoruz. İnsan ruhunun yalnız mantıksal hayatında idrak sahibi olmadığını ve görünüşteki en az mantıklı hareketlerinde ve duygularında bile yeni bir düzenin bulunabileceğini anlamaya başlıyoruz. İnsanda gerçekten kalıtımsal olan şeyler hakkında ve daha da fazla olarak, basit organizmalarda ve gelişmenin başlangıcındaki belirtilerde bu özelliklerin nasıl geçtiği konusunda bazı ışıklara sahip bulunuyoruz. Görme hareketi ve başka gözlem biçimleri ile ilgili olan mekanizmayı hayret verici bir ayrıntı ile biliyoruz. Bu yeni düşüncelerden ve yeni ışıklardan her biri ne küçüktür ne de günlük düşünceler üzerinde tek başına, «bilim ve sağduyu» için uygun bir tema teşkil edecek kadar az etkisi vardır. Kendi deney alanlarının sınırlarını bildiğim için sizi fiziğe ayrılan yapının bir tek odasına, yıllardır çalıştığım ve ders verdiğim odaya götürdüm.

Beraberce gittiğimiz bu nisbeten sakin ve tek odada, yeni gelenler için çok yabancı, fakat bize, başka evlerde gördüğümüz ve başka zamanlarda tanıdığımız şeyleri hatırlatan şeyler bulduk. Atom dünyasında, deneyin bizi, maddenin makroskopik dünyasına okul fiziğimizin

alışılagelmiş dünyasına uygulanan anlatımları ve fikirleri kullanmaya götürdüğünü gördük. Bu fikirler, bir cismin durumu, hızlanması, itişi, o cisim üzerine etki yapan kuvvetler, dalgalar ve girişim, sebep ve olasılıktır. Fakat yeni olan ve yarım yüzyıl içinde beklenmedik olan şudur: bu fikirlerin biri ya da öteki bir atomik sisteme uygulanabilirse de bu anlatım biçimlerinden yalnızca bazıları gerçek bir duruma uyacaklardır. Yalnız incelediğimiz atom sistemini değil, fakat onu gözlemek için kullanılan vasıtaları ve bunların, seçilen bazı özellikleri tanımlamaya ve ölçmeye elverişliliğini de dikkate almak gerekir. Bütün bu gözlem biçimleri, atom dünyasının tümüyle tanınması için gereklidir. Bunlardan biri hariç geri kalan hepsi, gerçek bir deneyin dışında bırakılmışlardır. Belirli bir örnekte, deneyi uygun ve mantıklı şekilde anlatmanın bir tek yolu vardır; bu yol da, deneyin neyi gerektirdiğini ve netice olarak sonuçlarının nasıl kullanılması gerektiğini belirtmedir. Fakat bütün bu cins özel örneklerde, varlıklarıyla, diğer fikirleri önceden görme tarzlarını, diğer sonuçları dışarıda bırakırlar. Bunların bütünleyici olduklarını söylüyoruz. Atom teorisi kısmen bu anlatımların açıklanmasında ve bunların herbirinin uygulandığı koşulların anlaşılmasında yer alır.

Kişinin yaşamı için de durum böyledir. Bireyin bazı yetenekleri olabilir. Fakat hiç kimse bütün yeteneklere birden sahip olamayacaktır. İnsan bilgin, şair, bir ya da birçok bilimlerde

yaratıcı olabilir, fakat her cins insan ya da her cins bilim adamı olamayacaktır; eğer, çalıştığı odanın dışında bazı bilgilere yakınlığı varsa şanslı sayılacaktır.

İnsanla ilgili deneyleri çağlar boyunca teşkilatlandıran bununla beraber bu deneyleri birbirinden ayıran büyük çatışkılar için de durum aynıdır. Önce, durmak bilemeyen değişme, olağanüstü yenilik, yeryüzündeki herşeyin geçiciliği ile olayların sonsuzluğu arasında vardır bu çatışma, sonra da gelişmeyle düzen arasında; kendiliğinden olan, değişebilir, düzensiz ile simetrik, dengeli arasında; ve nihayet, özgürlükle gereklilik; hareket ve iradenin yaşamı ile gözlem analiz, mantığın yaşamı; «nasıl» sorusuyla «niçin» ve «hangi amaçla» soruları arasında, bir kanundan, tabiî dünyadaki değişmez düzenden doğan sebeplerle, eylemleri ifade eden ve amaçları, sonuçları tanımlayan sebepler arasında.

Fertle toplum arasındaki karşıtlıkta; bizzat kendi bir amaç olan kimseyle gelenekleri, kültürü, çalışmaları, sözleri ancak benzerleriyle biraraya geldiği zaman ve onlarla ilişkilerinde bir anlam ifade eden kimse arasındaki durum da bunun aynıdır. Bütün tecrübemiz, bu çatışmaları dikkate almaksızın düşünemeyeceğimizi, hatta gerçek anlamıyla yaşayamayacağımızı göstermiştir. Belli bir durumda, aynı anda hem gözlemci hem oyuncu olamayız; ya da bu rollerden birini kötü oynarız. Bununla birlikte, hayatımızın bu iki yönü bir araya getirdiğini; özgür ve kaçınılmazı, yaratıcılık ve disiplini, kabul etme

ve güç sarfetmeyi bir araya getirdiğini biliyoruz. Hiçbir yazılı kural bizi onlara bağlamaz. Fakat bunlardan birini ya da ötekini yadsımak, birini bütün ve mutlak, diğerini tâli ve ikinci derecede saymak yalnızca deliliğe ve aklın ölümüne götürebilir. Bu normal hayatta kabul ettiğimiz bir şeydir. Birbirimizle konuşuruz, filozofluk yaparız, büyük adamlara ve onların büyüklüklerine hayranlık duyarız; okuruz inceleriz, belli bir davranışta genellikle uyuşmayan niteliklerin mutlu birleşmesini değerli buluruz ve severiz.

Hiç şüphesiz bilgisiz bir kalabalığız. İçimizde en iyi durumda olan bile çok az sayıda şeyi iyi yapmayı biliyor. Bir ferdin bilgisi tarih ve bilimler tarafından bilinenlerin sadece küçük bir kısmını kapsıyor.

Buna dayanan en büyük değişiklik, gelişmenin hızlılığı, ortaya çıkardığı en büyük buluş da, yeniliğin yaygınlığıdır. Büyük afetlerin meydana geldiği ender dönemler bir yana, yaşama koşullarında bu kadar ani bir değişiklik, bu kadar çok ve değişik alanda birden böylesine hızlı tomurcuklanma, dünya ve benzerlerimiz hakkındaki fikirlerimizde bu kadar iz bırakan değişiklikleri uygarlıklar hiçbir zaman görmemişlerdir. Bir felâket ya da ezici bir askerî bozgun karşısında bir millet için doğru olan, bugün bizim için de doğrudur; şu anlamda ki, amaçlarımız ile başlangıç noktalarımız arasında ortak olan pek büyük şeyler yoktur. Bir varlığın boşluğunda, okulda öğrendiklerimiz, yeni buluşlar ve ye-

ni icatlarla geride bırakılmıştır. Çocukluğumuzda edindiğimiz anlayışlar, olgunluk çağımızda karşılaştığımız meselelere çok yetersiz şekilde uygulanabiliyor.

Hiç şüphesiz evrensel bilim kavramı daima bir hayal olmuştur. Dünyanın tekçi görüşü ve bu görüşleri, bazı büyük merkezî gerçeklerin, diğerlerini, bütün olaganüstü ve hayret verici çoğalmaları içinde belirlediği anlayışı, bu hayalin yerleşmesine yardım etmiştir. Bugün artık insancıl bilgi ve tecrübelerin bütününün anahtarlarını aramaya hevesli değiliz. Cahil olduğumuzu biliyoruz, herşey bize bunu gösteriyor. Hatta daha da ileri gidilerek, doğuştan sahip olduğumuz cahilliğimizi bütün ölçüsüyle değerlendirebilmemiz için, kendi özelliğimiz hakkında daha emin ve daha derin bir bilgiye sahip bulunduğumuz söylenebilir. Biliyoruz ki, sınırlarımız bu tembellik ve yeterlilik ile kabul edilen ve doğrusu mubalâğa edilen eşyanın tabiatındadır. Bu tembellik ve yeterlilik olmasaydı biz de insan olmayacaktırk.

Fakat bilgi bilgiye dayanır. Yeniliğin faydası, eskiden bilinenleri hafifçe itmesinden ileri gelmektedir. Dünyamız bakir alanlarla çevrilidir. Oyuncuların ve gözlemcilerin en hareketlisi bunun sınırında sadece küçük bir an kalabiliyor. Yavaş değişmeleri, yalınlığı ve durgun kültürü ile bütün anlayışımızı değilse bile, sıla duygumuzu ortaya çıkaran köyde - biraz incelediğimiz, fakat hiç şüphesiz oldukça az anladımız bu köyde - bu husus belki bu kadar şiddetle duyul-

muyordu. Belki insanlar orada sanıldığından daha az yalnızdı. Belki birbirlerinde değiştirilemez bir toplum, sabit ve yavaş değişen bir bilgiler bütünü, eşsiz bir dünya buluyorlardı. Bu dahi kesin değildir. Çünki öyle görünüyor ki, bu devirlerin ve bu yerlerin kültüründe de geniş, esrarlı veya anlaşılamayan, hiç değilse iyice bilinemeyen, sonsuz ve keşfedilmemiş alanlar vardı.

Bu değişim, daima artan bilgiler, ortak güç ve ferdin zayıflığı, kahramanlık ve usanç verici işler, gelişme ve dram çağını gören bizlere gelince, birbirimizle kardeşiz. Ve ikibin yıllık hristiyan geleneğinin mirasçıları olan bizler, ortak bir kaynağımız olduğunu anladığımız içindir ki, dünyanın bu geleneği tanımamış geniş parçalarında ve bizim imanımızı hiç paylaşmamış ve belki de paylaşmayacak kimseler arasında da bir kardeşlik bağının olduğunu biliyoruz. Bunu, yalnızca dayanışma ve birlik olma ülküsünün hemen hemen evrenselleşmesinden değil, aynı zamanda, hayatımızın özü olan daha mütevazı daha değişik ve daha kararsız, doğrudan doğruya birleşmeler dolayısıyla biliyoruz. Ne örnek, ne evrensel, ne de mükemmel olan toplumlarda ve süreksiz topluluklarda ister kusurlu ve faziletli, ister, sefil ve talihli olsun, bütün insanlar arasında kardeşlik ülküsünün bir parıltısı vardır. Gene de bu toplumlar, XVIII'inci yüzyılda bugünün dallanıp budaklanmış özelliklerinin tek ve ansiklopedik bir bilimden çıktığı intibaını verirler.

Tecrübe, bir birliğin ne tesadüfî ne de sınırlı olduğunu, kişiyi, bilgide zekâda insanlıkta ve güçte ne kadar geride bıraktığını göstermiştir. Her birimiz ümitsizliklerimizin demir çemberini, bir dost, bir kitap, ya da bildiğimiz kadarı ile, başkalarının bilgisine ortaklık etmekle kırmışızdır. Her birimiz, yardım istemiş, almış ve kendi imkânlarımız ölçüsünde başkalarına da yardım etmişizdir. Her birimiz belli bir amaçla birbirine başlanmış insanların ortak gayretlerinden doğan güçten nasıl hemen hemen mucizevî bir bağınlılık duygusu duyulduğunu biliriz. Tehlikenin, askere, işçiye, bilgine, mühendise ortak ve kollektif hayatın en tasalı işlerinde bin kere tekrarlanan bir güç ve canlılık verdiği son savaşı hatırlayalım. Herkes evvelce üyesi bulunduğu ya da halâ üyesi olmakta devam ettiği grup tarafından kaç kere aşıldığını bilmektedir. Herkes bilgisiz kaldığı zaman başka kimselerin bilgileriyle, akılsız davrandığı zaman başkalarının bilgeliği ile, kararsızlıklarında ve zayıflıklarında başkalarının cesaretiyle desteklenmenin rahatlığını duymuştur.

Sözünü ettiğimiz toplumlar değişmektedir. Bazıları, siyasî partiler ve sendikalar gibi, toplumlar olmuşlar, yaşadıkları süre içinde üyelerinin varlığında yalnızca bir anı kucaklamışlardır. Dünyamızda ise, hiç değilse, kendi kendilerini yaratmışlar, dallanıp budaklanmışlar, hayatın bir şekli gibi, yaşamış ve ölmüşler ve düşmüşlerdir. Bu belki her ülkeden çok Amerika Birleşik Devletlerinde doğrudur. Şüphesiz tuhaf

ve komik yönlerimiz, bu yüzyıldan önce ülkemizi ziyaret ettiği zaman Tocqueville'i etkilemişti. Tocqueville, bir şehrin plânını düzeltmek siyasî reformlar yapmak, araştırma ya da bilgi değiş tokuşunda bulunmak için, ya da sadece bazı kimselere sempati duyduklarından ve diğer bazılarından nefret ettiklerinden, Amerikalıların, aralarında kolayca gruplaştıklarından bahsetmişti. Birleşik Devletlerdeki şartlar, değişen, gene de faal olan bu gruplaşmaların rolünü mubalâğalandırabilir. Fakat bunlar uygarlığımızın örgüsünü teşkil ederler. Çünkü, fertleri, Royal Society'de, Academie Française de, Franklin'in kurduğu Felsefe Cemiyetinde, ailede, orduda, bir gemide, laboratuarda, bir klübün dışında, hemen hemen her yerde, bir araya getiren bu gruplaşmalardır.

Bugün bu konuda zannetiğim gibi aşırılığa kaçılıyorsa, bu, fertlerin bilgilerinden ve toplumun sentez yapma yeteneğinden çok şey beklenildiği içindir. Bir atom nasıl onu meydana getiren unsurlardan kurulmuşsa, topluluğun ve bütün insanlığın da aynı şekilde, fertlerden meydana geldiğini düşünme eğilimi var. Aynı şekilde, genel kanunların ve büyük fikirlerin, onları ortaya çıkaran örneklerden meydana geldiği de düşünülüyor.

Oysa gerçek durum, tamamen başkadır. Tek bir olay, bir hareket, genel kanunun dışına rahatça çıkabilir. Genel kanun bir bakıma bunlardan bir çoğunun bir araya gelmesi ve bunları, genel plânda olamayacakları şekilde tek bir

örnek halinde uyuşturmasıdır. Biz dahi toplumu meydana getiren unsurlar değil, bu unsurların karşılaşmasıyız Ve bunlar arasında, insanların deydana getirebilecekleri kadar bir ahenk yaratıyoruz. Düşüncelerimiz, hareketlerimiz, güzel, haklı ve haksız üzerine yargılarımız öyle olmalı ki, bütün bunları ortadan kaldırdığımızda geride kalan şeyler, benzerlerimiz için ne tanınabilir ne de insanî olmalıdır. Biz insanız, çünkü toplumun üyeleriyiz. Ama insan sayılmamızın tek sebebi bu değildir. Diğer yönden, yalnızca fertten hareket ederek insanlığı anlamak istemek, genel kanunları özel hallerin bir özeti gibi görmek istemek kadar gerçeğe pek yakın olmayan bir sonuç verir. Gerçekte bunlar birbirini bütünleyen iki anlayıştır. Birbirlerine dönüşmeleri, bir dalga- elektronun, parçacık - elektrona dönüşmesi kadar imkânsızdır.

Bizim cahilliğimiz yönünden duyduğumuz üzüntüyü de teselli eden budur. Hiçbirimiz çok şey bilmiyoruz ve hemen hemen hepimiz tek bir bilimin bir dalında, örtüsü kaldırılmış harikaları bütün ayrıntıları ve güzellikleriyle anlamaksızın hayatımızın sonuna geleceğiz. İnsanların çoğu, bu harikaları ve güzellikleri bilen tek bir kimseyi bile şahsen tanımamaktadır. Fakat herşeyi öğrenemeyeceğimizden eminsek ve az şey bilmemiz muhtemelse, hiç değilse, insana ait herhangi bir bilgiye sahip olabilir ve hatta talihin yardımıyla ve güçlü bir çalışmayla o zamana kadar bilinmeyen şeyleri bulabiliriz. İnsan nesli için genellikle yeni olan bu imkân, bugün

yüksek ve kesin bir ümidi temsil ediyor, ama henüz gerçekleşmiş değil, İngilterede ve Birleşik Amerikada bulunan bizler için bu ümid ne uzak ne de yabancıdır. Bilgilerin, ustalıkların ve yeteneklerin dağılımında sonsuz farklılık ve eşitsizlik olduğuna inanmak demek oluyor bu.

Bilime girişteki bu serbestlik, bu açık kapılar ve hoşgeldin ifadeleri, diğerlerinden daha az esaslı olamayan bir özgürlüğün, ihtilâfları fikirler çatışması yoluyla çözmenin ve bu gayret bir fikir birliğine bizi götürmezse, hoşgörü ile görüş ayrılığından vazgeçme özgürlüğünün işaretleridir. Bu vasıf, modern siyasî tiranlıklarla pek uyuşur görünmemektedir. Toplumların çoğalması, tartışma için verimlidir. Bunların yokluğu insanı fakirleştirecek ve hayatın, kişisel yönü kadar esaslı bir cephesi de kaybolacaktır. Zalim ve düz bir kelime oyunu, başka zamanlarda köy hatıralarını, taşra hanlarını, yeteneklerini bir araya getiren zanaatkârları ve anonimlikten hoşnut kalan bilgi sahibi kimseleri hatırlatabilecek komünizm kelimesi ile ve aynı ortak yaşantıya olan inancın arkasına gizlenme ile, şiddetci bir baskı şekli ortaya çıkmaktadır. Fakat, bütün toplumların bir tek olduğu, tek bir gerçeğin varolduğu, ve deneylerin bütün diğer deneylerle uyuştuğunu, herşeyin bilinebileceğini ve bütün hayallerin gerçekleşebileceğini bir doğma halinde dikmek hiç şüphesiz kötü bitebilecek bir iştir. İnsanın kaderi burada değildir, insanın yolu bu değildir. Bu yolu izlemeye zorlamak, onu herşeyi bilen ve herşeye ka-

dir ilâhi bir görüntüden çok, can çekişen bir dünyaya zincirlerle bağlı zavallı bir tutsağa benzetir. Herkese açık bir toplum, bilgiye sınırsız ulaşma imkânı, bilginin gelişmesi için zoraki olmayan ve özgür birleşme; teknik, geniş, karmaşık, daima gelişen, daima değişen, daima daha özelleşen ve yetkili ve bununla beraber sosyal bir dünya yaratabilir.

Bilimin birliği için de durum böyledir. Bu birlik, tam ve ortak bir anlayıştan çok, benzer çabalara kendini adamada bulunur. «Bilimin birliği», bu teşvik edici deyim, sık sık tamamen yanlış bir görünümü hatırlatır. Bu görünüm, bilimin bütün buluşlarının ve zekâsının doğduğu bazı temel gerçeklerin, bazı tekniklerin, metodların, kritik fikirlerin görünümüdür; atomları ve galaksileri, genlerini ve duyu organlarını açıklayacak bir çeşit merkez. Oysa bilimin birliği, anlattığım toplum tarzına dayanır. Bütün bölümleri herkese açıktır, ve bu kuru bir davet değildir. Tarihi, yeni bir gerçeğin araştırılması için, aynı bütünler içine verimli şekilde yerleştirilmiş ayrı fikir ve teknik örnekleriyle dolup taşmaktadır. Bilimler birbirlerini verimli kılarlar; birbirleriyle temas yoluyla ve ortak teşebbüsler yoluyla gelişirler. Bilim adamının, kendininkinden başka, özel bir konu üzerinde bilgi toplamasının kendine faydalı olabileceği fakat konuların tamamını incelemekten de sorumlu tutulamayacağı bir kere daha ortaya çıkmaktadır. Birlik böylece görünüşte meydana gelmektedir .Birbirine yaklaşan cisimlerin birbirlerini

aydınlatabileceği söylenildiği zaman nasıl bir birlik söz konusu olursa bu da öyle bir birliktir. Ne topyekûn ve bütün, ne de hiyerarşiktir.

Bilimlerde bile, yapının atom fiziği adını taşıyan odasına girmeksizin, herşey bize, sürekli olarak, varlığımızın, özellikle meslekî hayatımızın bütünleyici çizgilerini hatırlar. Bizden öncekilerin, ustalarımızın ve çağdaşlarımızın çalışmaları olmasa biz hiçbir şey sayılmayız. Yeteneklerimiz ölçüsünde yeni bir anlayış ve yeni bir düzen yarattığımız zaman bile, başkalarının varlığı olmaksızın biz gene bir anlam ifade etmeyiz. Bununla birlikte gerçekte varlığımız bununla sınırlı değildir.

Toplumla aramızdaki ilişkilerde de bunu andırır bir ikilik vardır. Toplum bakımından bizim çalışmamız binlerce anlama gelir : zevk, - peşinden koşanlar için - bilgi, - ihtiyacı olanlar için - fakat aynı zamanda, daha geniş bir açıdan, ortak bir güç, bilim olmaksızın yapılamayacak olanı gerçekleştirebilme gücü anlamına gelir. Bu güç, hastalığın iyileşmesi, sıkıntıdan kurtulma, insanın zahmetlerinin hafiflemesi ve deneyin, haberleşmenin ve öğrenimin dar sınırlarının genişlemesi anlamına gelmektedir. Basit bir şekilde ilerleme yeteneğini - çok kullanılan bu kelimeyi - göstermektedir. Oysa bugün endişeyle görüyoruz ki, bu değişiklikleri gerçekleştirme gücü mutlaka mutlu bir güç değildir.

Yeni tahrip ve kollektif dehşet vasıtaları topyekûn savaşın vahşetini arttırdığı ölçüde,

günümüze özgü amaçlardan ve meselelerden biri, insanın kaderini iyileştirmek, açlığı, fakirliği, sefaleti ortadan kaldırma konularındaki sonsuz uğraşı, milletlerarasında teşkilâtlı şiddete başvurmayı sınırlamaya ve mümkün olduğu kadar bertaraf etmeğe uyuşturmaktır. Tabiatın sebep olduğu yıkımlardan daha korkunç değilse bile daha ahlâk bozucu olan imha, hiç kullanılmaması çok daha iyi olacak bu güçlerin bir diğeridir.

Bilimin toplum tarafından korunmasının büyük ölçüde bilginin verdiği güç artışına bağlı bulunduğu bize mantıkî ve haklı görünüyor. Böylece uyuşturulan ve böylece elde edilen gücün, bilgelikle ve insanlık aşkıyla kullanılmasını istiyorsak, bu hemen hemen bütün insanlarla paylaştığımız bir kaygıdır. Fakat dünyanın çehresini değiştiren, evren üzerine düşünüşleri değiştiren - ve daima ve daha derinliğine değiştirecek olan - yeni bilgilerin pratik amaçlarla yapılan araştırmadan ya da bilime danışarak kuvvet kullanmak isteğinden doğduğunu da biliyoruz. Eğilimlerimizi takip etme özgürlüğüne sahip olduğumuz zaman, hemen hepimizi destekleyen, esinlendiren ve bizi yönelten tabiat dünyasının güzelliği ve tabiat düzenin tuhaflığı ve dayanılmazlığıdır .Bu da tabiidir. Ve toplum, bu harekete geçirici güçleri, kuvvetlerini ve güvenliklerini kendi hallerine bırakarak teşvik eder ve onlara güven verirse, insanlar var oldukça bilimin ilerlemesi durmayacaktır.

Çalışmamızın gerçekten bir araç ve amaç olduğunu biliyoruz. Büyük bir buluş bir sanat yapıtıdır. Büyük ve sarsılmaz bir imanla bilimin kendiliğinden iyi olduğuna inanıyoruz. Daha derin başka araştırmalarda kullanacak olan bizden sonrakiler için de bilim, bir araştır. Bilim, teknik için, uygulamalı sanatlar için, ve insanla ilgili işleri için bir araştır. Bilgin ve fert olarak bizler için de durum böyledir. Kâşif ve profesör, oyuncu ve gözlemci olan bizler de hem araç hem de bir amaç sayılırız. Bilimle, konumuzun kendilerini keşfetmek olduğu özel ve genel bilgilerle insan toplumu arasında bir aynılık olduğunu anlıyoruz ve başkalarının da anladığını ümid ediyoruz. Başka insanlar gibi, biz de, insan varlığının ve evrenin geniş ve sonsuz karanlıklarına biraz ışık özelleştirme ve geneleştirme, araç ve son amaç, toplum ve fert birbirlerinin tümleyicilerdirler ve mücadelemiz ile özgürlüğümüzü gerektirir ve sınırlarlar.

## E K

II. den V. e kadar olan bölümler, atom teorisini ve bu teorinin temellerini meydana getiren bazı deneyleri oldukça uzun bir şekilde incelemektedir. Yalnızca «yeni parçacıklar» konusundaki çağdaş çalışmalar üzerine hayranlık duyulacak klavuz kitaplar ve teknik monografiler vardır.

II. bölümdeki konularla ilgilenen okuyucu, Rutherford'un şu klâsik eserlerine başvurabilir : Radioactive Substances and their Radiations (Cambridge : Cambridge University Press; New York, Putnam, 1913) ve Rutherford, Chadwick ve Ellis : Radiations from Radioactive substances (Cambridge, Cambridge University Press, 1930). «Yeni parçacıklar» Bagnères de Bigorre da 1953 temmuzunda yapılan bir konferansta incelenmiştir. Bu konferans hakkında, Paris Polytechnique Okulu tarafından yayınlanan rapor bilgilerimizin, cahilliğimizin ve ilerlememizin durumu hakkında en canlı izlenimlerden birini vermektedir. Konferans hakkındaki rapora başvurmak istemeyenler için bile başlığın altındaki açıklama ilgi uyandırıcı olabilir : «Kongre sırasında sözü edilen parçacıklar, bütünüyle hayali değildir ve tabiattaki parçacıkları andırmaları yalnızca bir rastlantı değildir.»

Kantik mekanik ve atomların kantik teorisi üzerine çok sayıda iyi inceleme vardır. Özellikle şunları tavsiye ederim :

P. A. M. DIRAC, The Principles of Quantum Mechanics, Oxford, Clarenton Press, 1930. Fransızca çevirisi : Les Principes de la Mécani-

que quantique, Paris, Presses Universitaires de France, 1932.

L. I. SCHIFF, Quantum Mechanics, New York, MacGraw - Hill Book Co., 1949.

Bu üç eserin en basiti Schiff'inkidir.

Bu konferanslarda, kuantalar teorisine yapılan katkıların tam bir tarihçesi'ni vermeye çalışmadık. Bazı isimler verilmişse, bu isimler genellikle prensip ve teorilerle özdeşleştiğinden verilmiştir. Bir kuantalar teorisi tarihi metinde yer alanlardan başka, hiç değilse Born, Dirac ve Pauli'yi anmalıdır.

Kuantalar teorisinin yorumlanmasına gelince, konferanslarda filizlenen konular üzerine daha ayrıntılı, daha orijinal ve daha kişisel incelemelere baş vurmak isteyenler için aşağıdaki eserler bir kılavuz olabilirler :

W. Heisenberg, The Pysical Principles of the Quantum Theory, Chicago, University of Chicago Press, 1930. Fransızca çevirisi : Les principes physiques de la théorie des quanta, Paris, Gauthier - Villars, 1932.

N. Bohr, Atomic Theory and the Desciption of Nature, New York, Cambridge University Press, The Macmillan Co, 1934.

N. Bohr, On the Notions of Causality and Complementarity : Dialectica, II, 1948, p. 312.

N. Bohr, Disaussions with Einstein on Epistemological Problems in Atomic Physics. Albert Einstein Philosepher - Scientist, Edited by P. A. Schlipp, Library of Living Philosophers Evanston, Illinois, 1949.

W. Pauli, Die Philosophische Bedentung der Idee der Komplementarität, Experientia, VI. 1950, p. 72.

## İÇİNDEKİLER


I — Newton : ışığın ışını ..... 5

II — Hareket olarak bilim : Rutherford'un dünyası ..... 23

III — Gelişme halinde bir bilim ..... 39

IV — Üçbininci yılda atom ve boşluk ... 55

V — Sağduyunun yetersizliği ..... 72

VI — Bilimler ve toplum ..... 88


Sa 54

J. Robert Oppenheimer 1904 yılında New-York'ta doğmuştur. 1925 yılında Harward'ı bitirmiş ve çalışmalarını tamamlamak üzere gittiği Cambridge'de Niels Bohr, P. A. M. Dirac ve Max Born gibi büyük bilginlerle tanışmıştır. Daha sonra Berkeley Üniversitesi ve Kaliforniya Teknik Enstitüsü öğretim görevliliğine atanmıştır. 1934 yılında «Oppenheimer Philips etkisi»ni bulmuş, 1943 yılında da atom çalışmalarının yapıldığı Los Alamos merkezinin yöneticiliğine getirilmiştir. Bilindiği gibi Hiroşima'ya atılan atom bombası bu merkezce hazırlanmıştır. Oppenheimer yalnız «atom bombasının babası» değil, aynı zamanda, çağımız bilginlerinin sorumluluğu meselesini de ortaya atan bir ilim adamıdır.

**Bu kitabında Oppenheimer, yaşadığımız toplumda bilimin ve bilginin durumunu inceliyor.**

4 Lira