

Yeni buluşlar ve yeni teoriler, şimdiye kadar Fizikte güvenle kabul edilmiş olan birçok şeyleri sarstılar. Yeni anlayışlar Fizikî bir çıkmaz sokağa götüreceğe benzliyor: Birbirine ilgili ve düzenleyici teorilerin eksikliği hissediliyor. Bu bakımdan şu soru gittikçe daha büyük bir önem kazanıyor :

FİZİK NEREYE GİDİYOR ?

Herbert FRÖHLICH

Geçen yüzyılın başında yaşamış olan bir kimyacı bugünkü kimyayı, fazla bir güçlük çekmeden, o zamankiyle aynı bilim dalı olarak kabul edebilir. Fakat fizik yüzünü tamamiyle değiştiren birkaç devrim geçirmiştir. Bununla beraber, bütün temel bilimlere meydana getiren ana prensiplerin araştırıldığı yolda, gene de bir süreklilik gözükmektedir ve bu arama onu sonu daha belli olmayan bir Odise'ye yöneltmiştir.

Fiziğin şu andaki durumu, bütün eski binanın esaslı şekilde yeniden gözden geçirilmesine ihtiyaç olduğunu göstermektedir, bu bakımdan Fizik'in son yüzyılın başından beri gitmiş olduğu yolu tekrar hatırlamak faydalı olacaktır :

Son yüzyılın başında Mekanik, Fizik'in yüksek derecede gelişmiş bir dalıydı. Onun en büyük başarısı, gezegenler dinamik'inin tabii olduğu bütün kanunların, aynıyla, yeryüzündeki cisimlerin hareketlerini de yönettikleri anlayışından ileri geliyordu. Ayrıca Mekanik'in yanında değişik, görünüşte bağımsız fiziksel birçok olaylar da vardı, bunlar örneğin ısı, ışık ve elektrikti. Son yüzyılın içinde fizik'te göze çarpan gelişme, adım adım bu çeşitli yan bölgelerin bir birliğe doğru gitmesini sağlıyor ve bütün fizik'i bir tek merkezi görüşle açıklamak eğilimi yer etmiş bulunuyordu. Fakat tam o sırada beklenmedik birşey oldu ve birdenbire bütün fizikte bir devrim yarattı. Yan bölgeleri iki bü-

yük disipline ayırmak başarılıymıştı: Mekanik ve elektrodinamik.

Mekanik'e özellikle ısı bilimi katılıyordu ve o, son yüzyılın başlangıcında —buhar makinasının gelişmesinden güç kazanarak— önemli ilerlemeler kaydetmişti. Isı bilimi bir taraftan Enerjinin Korunumu Kanunu'nu getirirken, ki bu bütün enerji türlerini, yani termik ve ısısal enerjileri de, içine alıyordu, öte yandan da geçen yüzyılın ortasında mekanik ısı teorisi meydana çıktı, ki buna göre moleküllerin merkezsel hareketi sıcaklık olarak meydana çıkıyordu. Veya daha esash olarak açıklanırsa, ısı enerjisi moleküllerin mekanik enerjisi ile esas itibariyle bir oluyordu.

Gerçi o zaman moleküllerin varlığı sorunu daha tamamiyle çözülmüş değildi; bu ancak içinde yaşadığımız yüzyılın başlangıcında meydana çıktı. Teorinin başarıları ısıyı mekanik yoldan açıklamaya doğru gidilmesine vesile oldu.

Elektrodinamik'e katılan öteki yan bölgeleri ise, ilk önce sürtünme elektrik'i ve magnetizmle ilişkili belirtilerden ibaretti. Aradan çok geçmeden elektrik akımlarının magnetler üzerinde bir kuvvet etkisi meydana getirdiklerinin farkına varıldı, böylece magnetik ve elektriksel belirtiler birbirleriyle ilişkilendirildiler. Bundan tamamiyle ayrı ve bağımsız olarak optik gelişmeye başladı ve bu onun da bir elektromanyetik belirti olduğu bulununcaya kadar sürdü. Bu daha sonra elektromagnetik dalgaların bulunmasına ve görünen spektrum'un, elektromagnetik dalgaların tüm spektrumu'nun parçası olduğunun anlaşılmasına yardım etti. Çok geçmeden özellikle görülmeyen kızıl ötesi ışınlarının ısı ışınlarıyla esas bakımından bir olduğu da meydana çıktı.

Böylece iki disiplini, mekanik (ısı tarafından temsil edilen) ve elektrodinamik'i (kızıl ötesi ışınlar tarafından temsil edilen) birleştirmek için bir imkân bulunmuş oldu. Yol açık olarak ortaya çıkıyordu. Her cismin elektrodinamik ışınlar yaydığı anlaşılmıştı: Bunlar ilk önce ısı ışınları

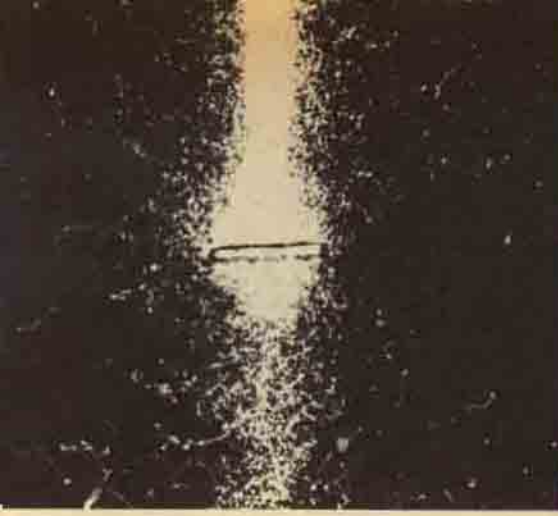
olarak göze görünmüyorlar ve ancak cisim iyice ısınıp kızmağa başlayınca görünüyorlardı. Tamamiyle kara bir cisim bahis konusu olduğu zaman, ısımanın şiddetinin dağılması cismin sıcaklığına bağımlı oluyordu. Bununla ilgili teorik bir kanun bağlantısı kurmak nisbeten kolay bir şeydi, fakat teorinin sonuçları deneylerde alınan sonuçlara uygun gelmiyordu. Sonunda Max Planck 1900 yılında elektronik ışımaya (radyasyon) nun cisimden sürekli olarak yayılmadığı ve bunların, sonu olan porsiyonlar şeklinde yayınlanmakta olduğu kabul edildiği takdirde, deneyle teorisinin birbirine uyabileceğini ortaya attı. O bu porsiyonlara «Quant'lar» adını verdi. Planck, bunun yeni bir tabiat katsayısına ihtiyaç göstereceğini de derhal anladı.

Bu, sonunda çeyrek yüzyıl sonra Quanta mekaniğini meydana çıkaran devrimin başlangıcıydı. Aslında Planck devrimci değildi. O hipotezini o zamana kadar her hususta doğruluğu ispat edilmiş olan Elektrodinamikle bağdaştırmağa çalışıyordu. Fakat bu başarısız oldu, çünkü elektromagnetik ışınlar sayesinde oraya çıkan dalgalar görünüşte devamlıydılar. Esas devrimci Einstein oldu. O 1905'te görgül (ampirik) olarak doğrulanmış Planck'ın dağılım kanununun kaçınılmaz sonucu olarak elektromagnetik ısımanın, belirli bazı koşullar altında sürekli dalgalar, başka koşullarda ise parçacıklar halinde (gazların molekülleri gibi) davrandıklarını gösterdi.

Bir dalga sürekli bir titreşim olayıdır, buna karşılık bir parçacık ise toplu bir halde sıkı, çoğun nokta şeklinde düşünülen bir şeydir: Bu iki düşünce tarzı birbirinin tamamiyle tersiydi, ve beraber bulunmalarına imkân yoktu gibi görünüyordu. Fakat işte asıl bu ikili davranış, sonunda Quanta mekaniğinin formüle edilmesine vesile oldu.

İlk önce ısımanın Quanta şeklindeki davranışından atomlar ve onları meydana getiren parçaların benzer kararsızlıklarına geçildi. Eskiden doğrulanmış olan mekaniği, ki şimdi ona klâsik mekanik deniyordu, reddeden ampirik kurallar ortaya çık-

Fiziğin ancak değişik birçok alanlarını ve dallaşmalarını keşfettikten sonra, onların hepsinin aynı ağaca ait oldukları bulundu. Karartıcı sis çok yavaş açıldı, fakat o hâlâ ağacın gövdesi ve köklerini örtmeğe devam ediyor.



Solda: Bir röntgen ışını bir sis-odasından geçiyor ve quant'ları parçacıklar gibi bir etki meydana getiriyor. Sağda: Bir elektron ışını bir kristalin içinden geçiyor ve tipik bir kırınım modeli oluşturuyor. Burada elektron ışınının quant'ları dalgalar gibi davranmaktadırlar.

tı, fakat bunlar yeni gelişmekte olan atom fiziği alanında birçok yeni şekilde deneylerde doğrulandılar ve onları gerektirdiler. Acaba makrofizik için klâsik denen bir mekanik ve mikrofizik için de başka bir mekanik, Quanta mekaniği mi vardır? Aralarındaki bu çelişme Niels Bohr «Korrespondens prensibi» ile klâsik mekaniğin Quanta mekaniğinin bir sınır durumu olması gerektiğini gösterdiği vakit oldukça zayıflamıştı. Bununla mekaniği yeniden formüle etmek görevi ortaya çıkıyordu, ki o böylece her ikisini, klâsik kanunları ve Quanta kanunlarını birden kapsayabilsin.

Bu hususta çok önemli bir adım 1924'te Louis de Broglie tarafından atıldı; o, ışımada var olan dalga/parçacık ikiliğinin elektron ve öteki parçacıklarda da bulunması gerektiğini savundu. Elektronlar da, belirli bazı durumlarda, aynıyle dalgalar gibi davranmalıydılar, bu beklenilmeyen bir iddia idi, zira o zamana kadar elektronların bölünmeyen parçacıklar olduğu bilinmiyordu. Bugün insana, adeta ışımının ikili karakteri sayesinde de Broglie'nin hipotezine hazırlanmış gibi geliyor. Fakat tabii herşey olup bittikten sonra böyle görünür, çünkü sonradan insana herşey belirgin ve basit bir ayrıntı imiş gibi gelir.

Biz tekrar 1905 yılına dönelim, bu sırada Einstein yalnız ışık quant'larını ortaya atmamış, aynı zamanda Bağlılık Kuramını (Relativite teorisini) da bulmuştu.

Bu adım fizik'te ikinci bir devrimci, gerçi vahşi ve herşeyi devirici bir nitelik gösteren Quanta mekaniğine nazaran Bağlılık Kuramı klâsik mekaniğin ılımlı ve kimseye zararı dokunmayacak bir genişlemesi gibi görünüyordu. Quanta kanunlarına giriş öyle deneylerle ilişkindi ki, bunların klâsik mekanikle devamlı bir çelişki halinde olmamasına imkân yoktu. Halbuki Bağlılık Kuramına alışmak ilk zamanlarda adeta estetik bir sorundu. Onun klâsik mekaniğin sonuçlarıyla arasındaki farklar o kadar ufaktı ki onları meydana çıkarmak için uzun yılların geçmesi gerekti. Bağlılık Kuramı uzay ile zamanı birleştiriyor ve fiziksel teorilerdeki uzay (mekân) ve zaman koordinatları arasındaki muhtemel ilişkileri oldukça basitleştiriyordu. Bu, zamanla birçok yeni temel parçacıklar bulununca daha da önem kazandı, çünkü bunlar hakkında daha herhangi bir teori yani uzay ve zaman içinde bir tarif mevcut değildi.

Bağlılık Kuramı yalnız çok dar bir çerçevede içinde böyle açıklamalara müsaade ediyor ve aramağı kolaylaştırıyordu. Bağlılık Kuramından ilk çıkış, onu Quanta mekaniği ile birleştirmek için harcadığı çabalar dolayısıyla Drac tarafından geldi. Bu, Anti madde'nin ortaya atılmasına sebep oldu ve böylece şimdiye kadar madde üzerine bilinen ne varsa hepsini alt üst ediyordu. O zamana kadar bazı belirli temel taşlarının bulunduğu ve bunların



Propan ile doldurulmuş bir odada bir Nötrino - tepkisi. Çarpışma sonucu, sola uçup giden negatif bir müon ve sağa fırlatılan bir proton meydana gelir. Ortadaki iz bir müon'a sonra da bir pozitron'a dönmüş bir Pion'unur. Odadaki manyetik alan hafif pozitronu derhal eğri bir yörüngeye zorlar.

bütün maddeleri meydana getirdiklerine inanılıyordu. Aslında atomların dokuları hakkında edinilen bilgiler onların hepsinin hareket eden elektronlardan ve (ağır) atom çekirdeklerinden meydana geldikleri ve bunların da gene proton ve nötronlardan oluştuklarını ortaya çıkarmıştı. Birdenbire her ilkel parçanın kendi anti parçası ile beraber üretilebileceği ve yok edilebileceği iddia edildi, bütün mesele bunun için gerekli enerjinin sağlanmasıydı. Örneğin negatif elektriksel yükü olan bir elektronun karşısında bir antielektron (ki ona pozitron deniyordu) bulunuyordu ve bunun pozitif elektriksel bir yükü ve eş bir kütlesi vardı. Ve deney bu tahminlerin doğru olduğunu ispat etti! Ashına bakılırsa bu, ilkel parçacıklar, veya temel parçacıklar (ki onlara bazan bu adlar verilir) ne ilkel ne de temeldirler.

Tabii de Broglie hipotezini ortaya attığı zaman bu daha belli değildi. Onun hipotezine göre parçacıklar bir dalga niteliğine de sahiptiler. Fakat şimdi bir parçacık artık eskiden sanıldığı gibi hiçbir surette parçalanamayacak birşey olmaktan çıktığı için, elektronların (ve öteki parçacıkların) ikili niteliği belki çok daha az çelişkili görünmektedir. Bağlılık Kuramının fizik kanunlarına koyduğu sınırlamanın yardımıyla de Broglie parçacıklara tahsis edilmiş olan dalgaların dalga uzunluğunu hesap edebildi. Deneysel doğrulama ise yıllarca sonra ortaya çıktı.

Bu arada Schrodinger, de Broglie'nin düşüncesini daha ilerlere götürdü ve onu sistematik bir teori haline soktu. Bu sayede sayısal olarak bütün Quanta kanun-

larını çıkarmak kabil oldu, aynı zamanda gene klâsik mekanik bir sınır hali olarak kalıyordu. İşte aranan Quanta Mekanığı buydu. Tamamiyle başka düşüncelerden esinlenerek Heisenberg de konuyu genişletti. Onun kuramı, büsbütün başka kavramlarla çalışmasına rağmen, çıkan sonuç bakımından Scrodinger'inki ile matematiksel eşdeğer bir şekil aldı.

Heisenberg'in teorisine göre, klâsik fizik'in yaptığı gibi, bir parçacığın konumu ve hızı gibi bazı belirli fiziksel kavramlardan söz etmek anlamlı değildir. Bu kavramların genişletilmesine ihtiyaç vardı ve bu sırada prensip bakımından aynı zamanda bir parçacığın bulunduğu yerle hızını birden açıklamaya imkân olmadığı meydana çıktı. Bununla bir parçacığın ifade ettiği kavram tabii klâsik fiziktekine nazaran çok daha güç tasarlanabilecektir, fakat parçacık/dalga ikilisine yaklaşmak için zaten istenilen de budur.

Quanta mekaniği sayesinde, atomların elektronlar ve atom çekirdeklerinden meydana gelen iç yapısıyla, maddelerin atomlardan oluşan iç yapılarını hemen hemen bütün esaslı yönleriyle açıklamak kabil olmuştur. Aynı zamanda atomların, modern ivme makinelerinin (Zyklotron'lar) yapılmasıyla desteklenen iç yapı incelemeleri büyük ilerlemeler kaydetti. Bu aşamada bütün maddelerin elektron, proton ve nötronlardan meydana geldiği ve onların birbirlerine karşı olan karşılıklı etkilerinin maddelerin özelliklerini ortaya çıkardığı sonucuna varıldı.

Bu arada kozmik ışınlarda öyle parçacıklar bulundu ki, bunlar lâboratuvarlar-

da elde edilen parçacıkları enerji bakımından kat kat geçiyorlardı. Bunların incelenmesi güçlülükler sebepli oldu, fakat bu güçlülükler bir kere yenildikten sonra bunların, elektronlara, proton veya nötronlara benzemedikleri meydana çıktı. Bu parçacıklardan bir tanesinden birkaç yıl önce Yukawa, çekirdek kuvvetleri hakkındaki teorisinde söz etmişti; fakat birçok fizikçiler Quanta mekaniğinin verdiği o büyük güven hissiyle kendilerini o kadar emin sayıyorlardı ki, öyle yeni parçacıkların ortaya çıkmasına pek önem vermediler.

Fakat bir süre sonra daha büyük ve pahalı ivme makinaları yapıldı, o zamana kadar bilinmeyen birçok parçacıkların laboratuvarında üretilmesi ve incelenmesi başarıldı. Görünüşe göre maddenin elektron, proton ve nötronlardan oluştuğunu gösteren Fizik Tablosu çok dardı.

Bununla, maddenin yeni belirti şekillerini, yeni parçacıkları ve antiparçacıkları birleşik bir görüş noktasından yeniden anlamaya çalışmak problemiyle karşı karşıya bulunuyoruz. Acaba şimdiye kadar bilinen temel parçacıklarından daha temelsel parçacıklar var mıdır, yoksa bunları anlayabilmek için yeni görüş ve düşünelere mi ihtiyaç vardır? Bazı fizikçiler, bunlara cevap vermek için daha büyük ve çok daha pahalı ivme makinalarına ihtiyaç olduğunu kanısındadırlar. Acaba fizik'in bugünkü gelişmesi gelecek için tahmin yapmak imkânını veriyor mu?

Fizik'in ilerlemesinin, teori ile deneyin karşılıklı bir oyunu olduğunu ve bu oyunun sürprizlerle dolu bulunduğunu anlayabiliyoruz. Deneyler Quanta kanunlarının ortaya çıkmasına sebep oldu, fakat bu yalnız, bu deneysel sonuçların teorik görüşlerle analize edilmesinden sonra olmuştur. Öte yandan elektronlar dalga niteliği de Broglie tarafından güdüsel olarak teorik temel üzerinde tahmin edildi ve bunun üzerine yapılan deneylerle doğrulandı. Bunlar için gerekli olan deney araçları daha 20 yıl önce mevcuttu. Geriye bakarak, hattâ elektronların dalga niteliğini asıl bulmamak güçtür diyebiliriz; ne varki galiba kimse bunu aramağa girişmemiştir.

Yeni bir teorisinin, örneğin, Quanta mekaniğinin artık eskimiş klâsik mekanikle ilişkisi nedir? Çok kez eskimiş teorisinin yanlış bulunduğu ve yerine yenisinin geçirildiği iddia edilir. Bu hiçbir şekilde doğru

değildir. Mekaniğin çoğu makroskopik problemlerin çözümü için, bugün de hâlâ Newton tarafından temeli atılmış olan klâsik mekanik kullanılır. Bağlılık Kuramı, Quanta mekaniği gibi daha yeni gelişmelerin meydana çıkardığı etkiler, klâsik mekaniği geçersiz yapmamakta, yalnız onun kullanılma alanını daraltmaktadır; bazı hallerde (örneğin atomlarda) artık ondan faydalanmağa imkân yoktur. Gelecekte fizikteki yeni bir gelişmenin de hali hazırda doğrulanmış teorileri sınır taşları olarak kabul edeceği söylenebilir.

Bununla beraber beklenen genişlemenin tamamıyla alışılmamış yeni görüşler getirmesi de beklenebilir. Bugünkü teorilerin, belirli bir başlangıç durumun zamanlı gelişmesiyle ilişkin tahminler olarak tasarlanması da daima mümkündür. Örneğin başlanışta belirli bir dalga uzunluğunda ve şiddette ışığı muayyen ve bir kristâl kafes içinde düzenlenmiş atomlar üzerine düşürelim, böyle bir durumda ışığın dağılması gibi olaylar oluşacak ve bunun zaman bakımından devamını da teori tespit edecektir. Aranan yeni teorisinin iç yapısı ise belki tamamıyla başka olacaktır. Belki o dinamik tahminler yapmak istemeyecek ve yalnız ihtimaller öne sürecekler: Hangi parçacıkların var olma ihtimalleri vardır, yani aynı zamanda örneğin hangi parçacık kütleleri, yükleri ve daha başkaları var olmakta devam edeceklerdir? Onların dinamik davranışları bu durumda ikinci derecede bir soru olacaktır. Böyle bir teori —öte yandan dinamik davranışlarını açıkladığımız zaman— mekân geometrisinden de faydalanamayacaktır; zira hali hazırdaki geometrimiz esas prensip olarak uzunluk ve zaman ayrımlarının tanımını kullanmaktadır. Halbuki bunun uzay (mekân) ve zaman ölçümlerine ihtiyacı vardır. Bu gibi ölçümler ise madde yapılmış ölçü aletlerine ihtiyaç göstermek zorundadırlar. Fakat bir teori belirli bazı madde şekillerinin var oluş ihtimallerini göstermek zorunda olunca, bundan daha başlangıçtan itibaren faydalanmasına da imkân yoktur.

Böylece gene bilinmeyenle karşı karşıya kalıyoruz demektir. Belki aradan birçok yıllar geçtikten sonra bütün bunlar bize basit ve kolay görünecektir. Fakat bu da belli değildir.