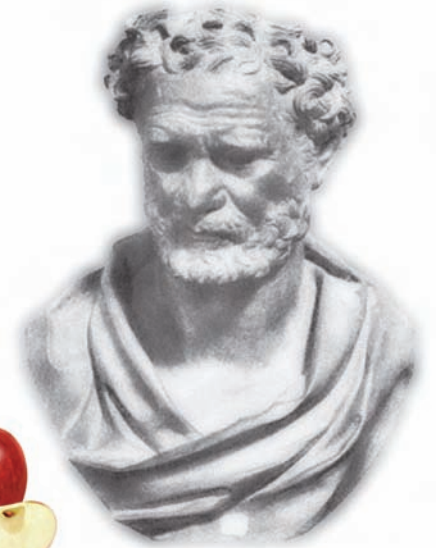


Democritus'tan Günümüze

ATOM



Atom, maddenin en küçük yapı taşı olarak tanımlanır sıklıkla. Aslında bugün yetersiz, daha doğrusu eksik olan bu tanım, geçtiğimiz yüzyılın başında, bilim dünyasının en önemli keşiflerinden olan atom kavramı için eşsizdi. Oysa 20. yüzyıla değin varlığından bile kuşku duyuluyordu. Öyle ki 19. yüzyılda, atomların gerçekliğini ve aralarında etkileşimler olabileceğini ciddi olarak savunan, Avusturyalı ünlü fizikçi Ludwig Boltzmann, bu düşüncesini dönemin bilim camiasına sunduğunda, çok büyük bir dirençle karşılaşmıştı. Özellikle dönemin ünlü düşünürlerinden Ernst Mach ve Wilhelm Ostwald'ın temsil ettiği ve bu düşünceye şiddetle karşı çıkan bir düşünce okulunun ağır saldırısına uğramıştı. Cesareti kırılan Boltzmann, 1898'de şöyle yazıyor: "Zamanın egemen akımına karşı, zayıf bir şekilde savaşıyor, yalnız bir kişi olduğumun farkındayım". Gittikçe büyük bir yalnızlığa itilen Boltzmann, şiddetlenen bunalımının sonucunda 1906'da intihar etti. Oysa yalnızca iki yıl sonra, 1908'de, Jean-Baptiste Perrin ve Robert Milikan gibi fizikçilerin yapacağı deneylerle, atomlara ilişkin ilk kesin kanıtlar elde edilecektir.

Aslında atomların varlığına ilişkin görüşler yüzyıllar öncesine dayanıyor. Atomun öyküsü, bilim ilk yeşerdiği yıllarda başlar. Eski Yunan düşünürlerinin ilk ve en önemli soruları, fiziksel dünyanın doğasına ilişkindi. Bu soruların yanıtıysa, çevremizde gördüğümüz tüm olguların ve maddelerin temelini oluşturan "şey"de gizliydi. Dönemin bütün filozofları bu düşüncede birleşiyorlardı ancak o "şey" in ne olduğu sorusuna gelince, iki ayrı düşünce okulunda toplanıyorlardı. Bunlardan birini, ünlü düşünür Aristo temsil ediyordu. Aristo'ya göre o "şey", ünlü "dört element"ti: hava, su, ateş ve toprak. Dünya'daki her şey bu dört elementin değişik oranlardaki kombinasyonlarından oluşuyordu.

Bu elementler, itme ve çekme kuvvetleriyle kendilerini gösteriyorlardı. Örneğin, çekme toprak ve suyun yerde durmasını, itme ateş ve havanın yükselmesini sağlıyordu. Ancak en önemlisi Aristo, bu elementlerin oluşturduğu maddenin sonsuza dek bölünebileceğine inanıyordu.

Democritus'un temsil ettiği öteki düşünce okulunun görüşüne göreyse bu "şey", bugünkü atomdan başka bir şey değildi. Democritus'a göre, maddeyi oluşturan en küçük temel parçacıktı atom. Democritus bunu bir elma örneğiyle açıklıyordu basitçe: Bir elmayı alın ve ikiye bölün, sonra bu yarım elmaları tekrar ikiye bölün ve böylece kesmeye devam edin... Democritus'a göre, bu şekilde yarım parçaları bölmeyi sürdürürseniz, sonunda öyle bir an gelecektir ki artık bölemeyeceğiniz kadar küçük bir parça elde edersiniz.



Ama bıçağınız kesemediği için değil, bu parçacığın gerçekten bölünemez olduğu için. İşte, bu parçacık "atom"du.

Ayrışma da burada başlıyordu. Aristo maddenin sonsuza değin bölünebileceğine inanıyor ve Democritus'un görüşlerine karşı çıkıyordu. Aristo kendi düşüncesini çevresine benimsetmekte pek zorlanmamıştı. Çünkü o, dönemin en büyük düşünürüydü ve o reddedince, bir bildiği vardır diye, başka birçok düşünür de bu yolu seçmişti.

Bu, atom düşüncesinin çok uzun bir süre rafa kaldırılmasına neden oldu. Özellikle katolik kilisenin egemen olduğu çağlarda Aristo'nun görüşleri benimsenmiş, atomcu görüşler tanrısızlıkla suçlanmıştı. Sonuç olarak atom düşüncesi, yüzlerce yıl gün ışığına çıkamadı. Ta ki, 1800'lü yıllarda, kimyacıların, elementler ve elementlerden oluşan gazların yapılarını incelerken bu minik yapılarla karşılaşmalarına değin...

Şimdi, serüvenin başına dönelim: Democritus, ünlü Yunan düşünürü Miletli Leucippus'un öğrencisiydi. Tüm maddelerin temel bir nesneden oluştuğunu, MÖ 440'lı yıllarda Leucippus önermişti. Democritus bu düşünceyi, hocasıyla birlikte daha da geliştirmişti. Bu şeyin adını da;

Yunanca'da olumsuzluk bildiren "a" öneki ile "bölmek" anlamına gelen "tomos" sözcüğünden türeterek, "bölünemez" anlamına gelen "atomos" koymuşlardı.

Democritus, Leucippus'tan ileri gitmiş ve değişik biçim ve boyutlarda değişik atomların olduğunu ileri sürmüştü. Maddelerin birbirlerinden farklı olmasının nedenini de farklı atomlardan oluşmuş olmalarıyla açıklıyordu.

Democritus'un, atomlara ilişkin tüm görüşleri beş temel öğeyle özetleniyordu:

1. Tüm maddeler, görülemeyecek denli küçük madde parçaları olan atomlardan oluşmuştur.

Bu atomlar daha küçük parçalara bölünemez.

Bu, Aristo'nun görüşüne bir yanıt niteliğindedir. Democritus'a göre bir maddeyi sonsuza dek bölmek demek, o maddeyi yok etmek anlamına geliyordu. Eğer böyle bir süreç gerçekleşseydi, çevremizde gördüğümüz maddelerin yok olması gerekirdi. Oysa bir maddeyi yalnızca belli bir parçasına kadar bölebilmek, maddenin korunumunu sağlayacaktı. Çünkü bu minik parçaları yeniden bir araya getirip bir madde oluşturulabilirdi.

2. Maddeyi oluşturan atomlar arasında boşluklar vardır.

Bir başka deyişle, atomlar arası boş bir uzay vardır. Bugün biz bu boşluğa "vakum" diyoruz. Bu boşluklar sayesinde, atomlar hareket edebiliyor ve çeşitli maddeler oluşabiliyordu.

3. Atomlar katı ve sert nesnelerdir.

Bunun anlamı, atomun içinde herhangi bir boşluğun olmadığıdır.

Tersi durumda, atomlar bölünebilir, bu da atom düşüncesine aykırıdır.

Hemen söyleyelim, bugün bu görüşün doğru olmadığını biliyoruz.

4. Atomlar homojen bir yapıdadır.

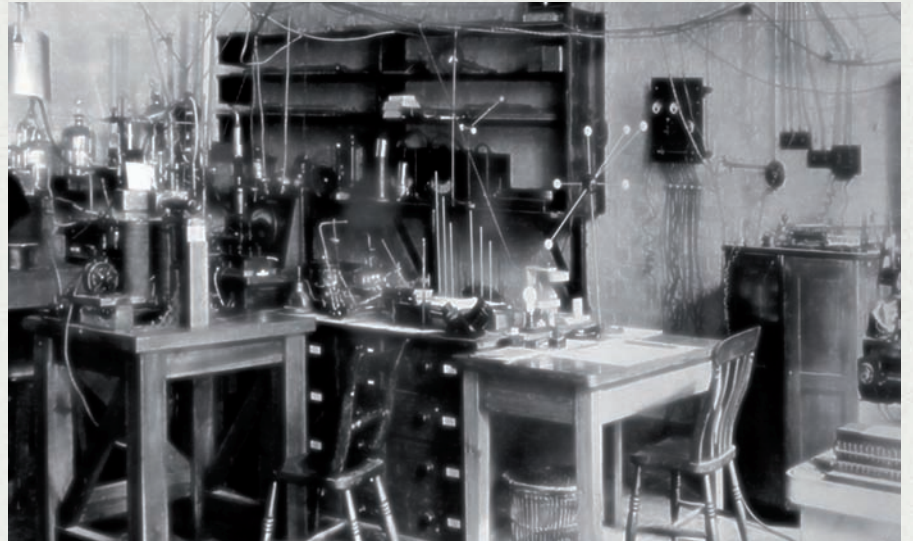
Bunun anlamı, atomun bir iç yapısının olmamasıdır. Bu da bugünkü bilgilerimize göre yanlış.

5. Boyutları, biçimleri ve ağırlıkları değişik atomlar vardır.

Yunan felsefesinin henüz yaklaşık 150 yaşında olduğu, MÖ 460'lı yıllarda Democritus'un ortaya koyduğu bu görüşler, modern bilimin doğuşuna değin gün yüzüne çıkamadı...

On yedinci yüzyılda Robert Boyle kimya üzerine çalışırken ve Isaac Newton da kuramlarını açıklarken, 18. yüzyılda da modern kimyanın kurucusu Antoine Lavoisier elementlerin doğasını araştırırken bu kavrama başvurmuşlardı. Ancak atom kavramının modern bilimsel anlamda yeniden canlanması, asıl olarak 19. yüzyılın başlarında John Dalton'un çalışmalarına dayanır. Modern kimyanın temellerinin atılmasıyla, kimyasal elementler düşüncesi ve bu elementlerin doğası üzerine çalışmalar da hız kazanmıştı. Dalton da kimyasal elementler üzerine çalışırken, kimyadaki atom kuramının temellerini atmıştı. Dalton, kimyasal elementlerin atomlardan oluştuğunu; her elementi oluşturan atomların farklı özellikleri olduğunu söylüyordu. 1808'de yayımladığı "Kimyasal Felsefenin Yeni Bir Sistemi" adlı kitabında da o zamanlar bilinen kimi elementlerin atom ağırlıklarını vermişti. Her ne kadar verdiği ölçüler tam doğru olmasa da bu çalışması bugünkü periyodik cetvelin temelini oluşturdu.

Rutherford'un, laboratuvarındaki araştırma odası

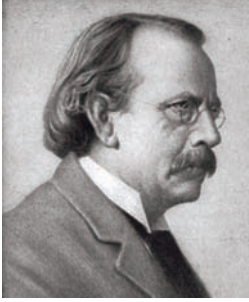


On dokuzuncu yüzyıl, özellikle de son çeyreği fiziğin her alanında olduğu gibi, atom kuramında da yepyeni gelişmelere sahne oldu. Kimyacılar kimyasal tepkimelerde bir araya gelen, indirgenemez elementlerin olması gerektiği düşüncesinde atoma ulaşırlarken, fizikçiler ısı ve termodinamik üzerine çalışmalarında atomla yüzleşiyorlardı. İşte Boltzmann'ın hazin öyküsü de burada başladı.



Ludwig Boltzmann

Boltzmann olasılık hesabını kullanarak, istatistiksel mekaniğin yasalarını kurmaya çalışırken atomların gerçek nicelikler olarak işin içine girdiğini öngörmüştü. Ancak bu düşüncesini benimsetmekte çok zorlandı. Oysa aynı sıralarda, İngiltere'de bağımsız bir deneyin sonuçları atom kavramına yepyeni ufuklar açıyordu.



J. J. Thomson

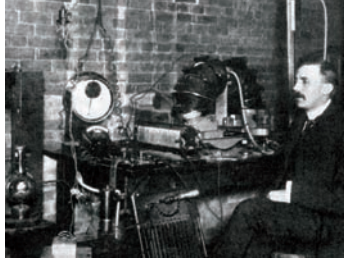
1897'de Joseph John Thomson katod ışınlarıyla çalışırken bu ışınların aslında eksi yüklü parçacıklar olduğunu gözlemlemiştir. Üstelik bu parçacıkların kütlesi, bilinen en küçük element olan hidrojeninkinden neredeyse 1000 kat daha küçüktü. Henüz ne olduğunu bilmediği bu parçacıklara "korpüskül" adını verdi.

Thomson'a göre bu korpüsküller, maddeyi oluşturan temel parçalardan biriydi. Thomson'un korpüskülleri, bugün bildiğimiz elektronlardan başka bir şey değildi.

Yirminci yüzyıla üç kala, ilk atom altı parçacık bulunmuştu. Bu aslında, atomların sahneye çıkma hazırlığının da en önemli aşamasıydı. Hâlâ varlığı kuşku götürse de atom düşüncesine inananların elinde araştırmaya değer bir kanıt duruyordu. Bu aslında, atom kavramına yeni bir boyut da kazandırıyor. Democritus ve Dalton'dan beri atomcular için bölünemez, katı bir nesne olan atomun da alt parçacıkları olduğu ortaya çıkıyordu. Şimdi bilim insanları, atoma ilişkin kuramlarını yenileyip,



John Dalton



Ernst Rutherford

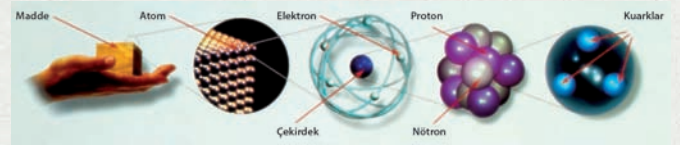


Niels Bohr

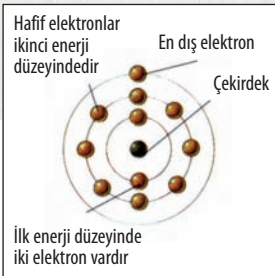
Kuantum fiziğinin doğuşuyla birlikte, art arda keşifler yaşandı, fizik dünyasında. Bunlardan atoma ilişkin kuramlar da payına düşeni almıştı. Artık hemen herkes atomların doğru bir modelini oluşturmak için çalışıyordu. Thomson'un üzümlü kek modeli deneylerle uyum sağlamış, yeni modellemeler üzerinde durulmaya başlanmıştı.

Bunlardan en önemlisi 1911'de Ernest Rutherford'tan geldi. Rutherford çalışmalarını radyoaktivite üzerine yoğunlaştırmıştı aslında. Radyoaktif alfa parçacıklarını ince bir metal folyo üzerine gönderip hareketlerini incelerken alfa parçacıklarının atomlar tarafından saptırıldığını gözlemişti. Bu da Rutherford'u atomların içinde pozitif yüklü bir çekirdeğin olması gerektiği sonucuna götürmüştü. Rutherford kısa bir süre sonra kendi atom modelini duyurdu. Ona göre atomlar Güneş Sistemi'ne benziyordu: Ortada artı yüklü bir ağır bir çekirdek, yani Güneş; onun çevresinde dolanan eksi yüklü elektronlar, yani gezegenler vardı. Böylece atomlar olması gerektiği gibi yüksüzdü ve alfa parçacıklarının sapması da başarıyla

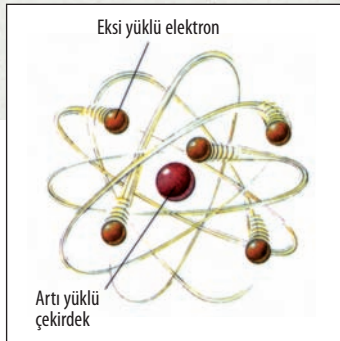
açıklanıyordu. Rutherford daha da önemli bir adım atarak, atom çekirdeğinin içindeki artı yüklü parçacıkları, yani protonları keşfetmişti. Ancak kısa süre sonra Rutherford'un modelinde kuramsal bir sorun ortaya çıktı. Elektronlar çekirdeğin çevresinde dolanırken artı yüklü çekirdek tarafından çekilecek ve bir süre sonra da çekirdeğin üzerine düşüp birbirlerini yok edeceklerdi. Bu, atomun dolayısıyla maddenin kararsız olması anlamına geliyordu.



Çok geçmeden, 1912'de, Danimarkalı fizikçi Niels Bohr bu sorunu çözen yeni bir model ortaya koydu. Bohr'un atom modelinde, yine ortada artı yüklü bir çekirdek vardı. Ancak elektronlar yalnızca belli yörüngelerde dolanıyorlardı. Böylece elektronların çekirdeğe düşmeleri mümkün olmuyordu, bu da atomu kararlı kılıyordu. Bundan sonraki gelişmeler Bohr'un atom modelini düzeltmeye yönelik oldu yalnızca. Bu gelişmelerden biri, çekirdekte artı yüklü protonların



Bohr atom modeli



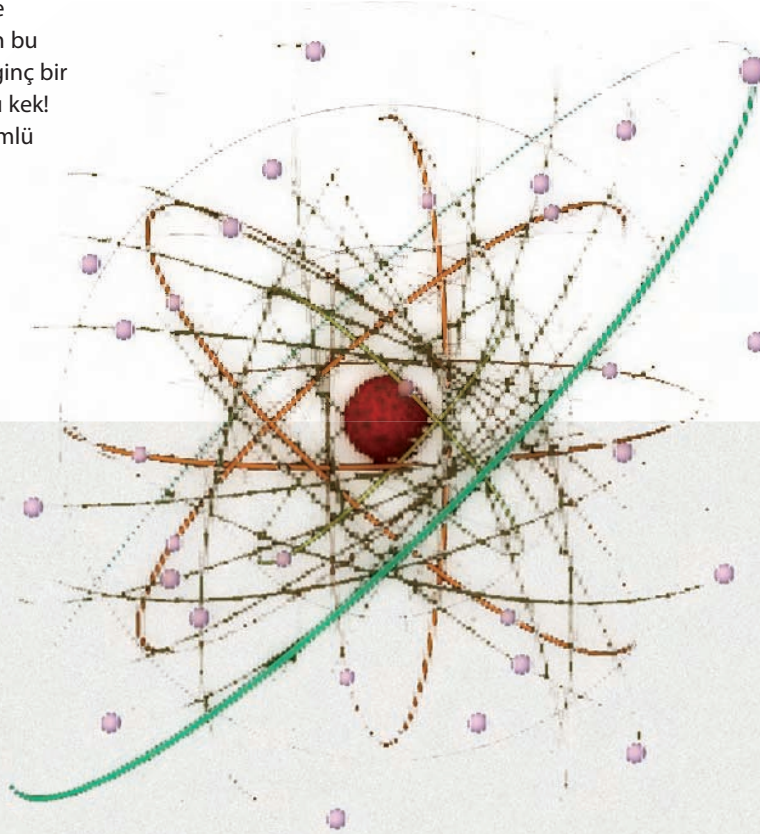
Rutherford'un atom modeli

modellemeye girişmişlerdi. Ancak ortada bir sorun vardı: Bulunan temel atom altı parçacık eksi yüklüydü, oysa atomun oluşturduğu tüm maddeler yüksüzdü. Dolayısıyla atomlardaki elektronların eksi yüklerini dengeleyecek artı yüklü başka atom altı parçacıklar da olmalıydı. Atomlara ilişkin ilk model de yine J. J. Thomson'dan geldi. Thomson bu artı yük sorununu çözmek için ilginç bir atom modeli sunuyordu: Üzümlü kek! Thomson atomların tıpkı bir üzümlü kek gibi olduğunu söylüyordu.

Kekin içine serpiştirilmiş üzümler eksi yüklü elektronlar, elektronları içinde tutan kekin hamuru da artı yüklü madde.

Thomson, bu modeli 1903'te duyurdu. Bundan tam üç yıl önce 1900'de, fiziğin devrimsel buluşlarından birine imza atılıyordu. Max Planck bugünkü modern fiziğin temelini oluşturan kuantum fiziğinin doğuşunu simgeleyecek sonuçlarını açıklamıştı.

Bugünkü atom ve atom altı parçacıklar dünyasının yasalarını belirleyen Max Planck bile aslında ilk başlarda atom düşüncesine uzak duranlardandı. Yirminci yüzyılda fiziğe damgasını vuran kuantum fiziğinin kaçınılmaz sonuçlarından biriydi atomlar.



Thomson'ın üzümlü kek modeli



dışında, yüksüz "nötron" adı verilen parçacıkların da olduğuydu. Nötronları da 1932'de, James Chadwick, kendisinin yaptığı derme çatma bir detektörle, keşfetti.

Aslında temel olarak Bohr'un atom modeli doğru olmakla birlikte, tam bir model değildi. Atomun tam bir modelini oluşturmada en önemli yöntem, kuantum mekaniğinin gelişmesiyle oluştu. Bugün artık atomun yapısına ilişkin büyük bir bilgi birikimimiz var. Kuantum mekaniğine göre atom, artı yüklü bir çekirdek ve onun çevresinde, dalga gibi de hareket eden eksi yüklü elektron bulutundan oluşuyor.

Democritus'dan bir adım daha öteye gitmiş durumdayız aslında. Atomları oluşturan daha temel yapıların olduğunu biliyoruz. Elektronlar, protonlar ve nötronlar. Hatta bu parçacıkları oluşturan daha temel yapıları da biliyoruz ve "kuark" adını veriyoruz bunlara. Bugünün modern Democritus'u olsaydı herhalde şöyle diyecikti: "tüm maddeler kuarklardan oluşmuştur"! Peki ya kuarktan öte köy var mı? İşte bunu henüz bilmiyoruz.