

# Niels Bohr

(1885 - 1962)

*Söylentiye göre, Danimarkalı halkın övünç duyduğu dört şey vardır: gemi endüstrisi, süt ürünleri, peri masalları yazarı Hans Christian Andersen, fizik bilgini Niels Bohr. Bohr, hem bilgin kişiliği, hem insancıl davranışlarıyla, büyük hayaller peşinde koşan gençlere yetkin bir örnek ve esin kaynağı olan bir öncüydü. O, ne Rutherford gibi dış görünümüyle ürkütücü ne de Einstein gibi "arabaya tek başına koşulan at"tı.*



**N**IELS, Kopenhag'da görkemli bir konakta dünyaya geldi. Babası üniversitede fizyoloji profesörüydü. Niels çocukluk yıllarında "hımbıl" görünümüyle hiç de parlak bir gelecek vaatlemiyordu. İleride seçkin bir matematikçi olan kardeşi Harald da pek farklı değildi. İki kardeşin en çok hoşlandıkları şey anneleriyle tramvaya binip kenti dolaşmaktı. Bir keresinde, boş tramvayda anne can sıkıntısını gidermek için olmalı, çocuklara masal söyler. Anlamsız bakışları, sarkık yanakları ve açık ağızla-

ıyla duran iki oğlanı uzaktan izleyen bir yolcu, "Zavallı kadın, bu iki şapşala bir şey anlattığını sanıyor!" demekten kendini alamaz. Niels Bohr'un bir çocukluk anısı bu. Oysa Niels'in okul yılları son derece parlak geçer. Babasının entelektüel ilgi alanı genişti: Biri felsefeci, biri dilci ve biri fizikçi üç arkadaşıyla her Cuma akşamı bir araya gelir, düşün dünyasında olup bitenleri tartışırlardı. İki oğlan da bir köşede oturup uzun süren tartışmaları sessizce izlerlerdi. Özellikle Niels'in spekülatif düşünceye yakın bir ilgisi vardı. Nitekim, üniversitede fiziğin yanısıra ilginç bulunduğu felsefe derslerini de kaçırmazdı.

Niels Bohr üniversiteyi üstün başarıyla bitirip; yirmi iki yaşında Danimarka Bilim Akademisi'nin altın madalya ödülünü alır. Delikanlının sonradan unutulmuş bir başarıya da İskandinav dünyasında tanınmış bir futbolcu olmasıydı. Bohr 1911'de doktora çalışmasını tamamlar tamamlamaz J.J. Thomson'la çalışmak üzere Cambridge-Cavendish Laboratuvarı'na koşar. Ancak genç bilimadamı burada umduğunu bulamaz. Herşeyden önce, İngilizce bilgisi yetersizdi; çevresiyle verimli iletişim kuramıyordu. Sonradan, daha önce Rutherford'un olağanüstü yeteneğini farketmiş olan Thomson, nedense Danimarkalı gence sıradan biri gözüyle bakıyordu. Tartışmalı bir toplantıda Bohr'un ileri sürdüğü bir çözümü Thomson irdelemeksizin

yanlış diye geri çevirir; ama daha sonra aynı düşünceyi kendisi dile getirir. Bu olayı içine sindiremeyen Bohr yeni bir arayış içine girer. Bu sırada bilim dünyasının parlayan yıldızı Rutherford'dur. Verdiği bir konferansında Rutherford'un coşkusu ve atılım gücüyle büyülenen Bohr, Cavendish'i bırakır, Manchester'de onun ekibine katılır. Rutherford deneyciydi, Bohr ise kuramsal araştırmaya yönelikti. Ama iki bilimadamı arasında başlayan ilişki ömür boyu süren dostluğa dönüşür. Öyle ki, Bohr oğluna hocanın ilk adı "Ernest"i verir. Oysa, bursunun tükenmesi nedeniyle Manchester'de yalnızca altı ay kalabilmişti.

Bohr'un bilimde ilgi odağı atom çekirdeğine ilişkin deney sonuçları değil, kuramsal bir sorundu: Bir elektrik birimi olan elektronun atom kapsamındaki davranışının bilinen fizik yasalarına ters düşmesinin nedeni ne olabilirdi? Normal olarak, pozitif yüklü çekirdeğin çevresinde dönen negatif yüklü elektronun, devinim sürecinde, elektromanyetik radyasyon salarak enerji yitirmesi ve çekirdeğe gömülmesi; atomun çökmesi gerekirdi. Max Planck'ın kara-cisim radyasyon katastrofuna benzer bir katastrof! Planck karşılaştığı sorunu  $E = hf$  denklemiyle açıklamıştı. Bu sorun da belki kuantum kavramına başvurularak açıklanabilirdi. Hiç değilse Niels Bohr böyle düşünmekteydi. Sorun,





“spektrum analizi” ya da “spektroskopi” denen konu kapsamındaydı. Bohr “çizgi spektrasi”na ilişkin bir formülden nedense habersizdi (Bohr formülü bir meslekdaşının yardımıyla sonunda öğrenir. Okul ders kitaplarına bile geçen formülün, Bohr’un gözünden kaçmış olması ilginçtir). Bir aritmetik oyununu andıran işlemi 1885’de Balmer adında İsviçreli bir lise öğretmeni bulmuştu. Buna göre, örneğin, hidrojen spektrumundaki kırmızı çizginin frekansını saptamak için, 3’ün karesi alınır, 1 bu sayıya bölünür, çıkan bölüm 32.903.640.000.000.000 sayısıyla çarpılır. Yeşil çizginin frekansı için işleme 4, mor çizginin frekansı için işleme 5’le başlanır. Balmer, formülünü ortaya koyduğunda hidrojen spektrumunda yalnızca üç çizgi biliniyordu. Sonra bulunan çizgiler için işleme 6, 7, 8, ... sayılarıyla başlanır.

Bohr 1912’de Kopenhag’a döndüğünde çözüm aradığı problemi birlikte getirmişti. Atomun yapısını açıklamaya çalışan Bohr için Balmer formülü niçin önemliydi? Yanıt basittir: Bohr, Planck sabiti h’yi kullanarak bu formülle enerji kuvantalarından oluşan spektrumu açıklayabileceğini görmüştü. Başka bir deyişle, formülün sağladığı ipucuyla atomların normalde neden enerji salmadığı, elektronların neden hız kaybedip çekirdeğe gömülmediği açıklık kazanmaktaydı. Bohr’un o zaman bilinen fizikle bağdaşmaz görünen görüşü başlıca dört nokta içeriyordu: (1) Elektron, olası tüm yörüngelerde değil, yalnız enerjisi Planck sabitiyle bir tam sayının çarpımına orantılı olan yörüngelerde devinir. (2) Elektron, enerji değişimiyle kuantum yörüngelerinin birinden öbürüne geçebilir; ancak çekirdeğe en içteki yörüngeden daha fazla yaklaşmaz. (3) Bir kuantum yörüngede devinen elektron bir iç yörüngeye düşmedikçe radyasyon salmaz. Bu düşünüş belli bir miktarda ışık enerjisi üretmekle kalır. Üretilen enerjinin frekansı iki yörünge arasındaki enerji farkının planck sabitine bölünmesine eşittir:

$$\text{frekans} = \frac{\text{enerji kaybı}}{\text{Planck sabiti}}$$

(4) Bir elektronun taşıyabileceği enerjiler sınırlıdır ve bu kesintili enerjiler atomun kesintili çizgi spektrumunda yansır.

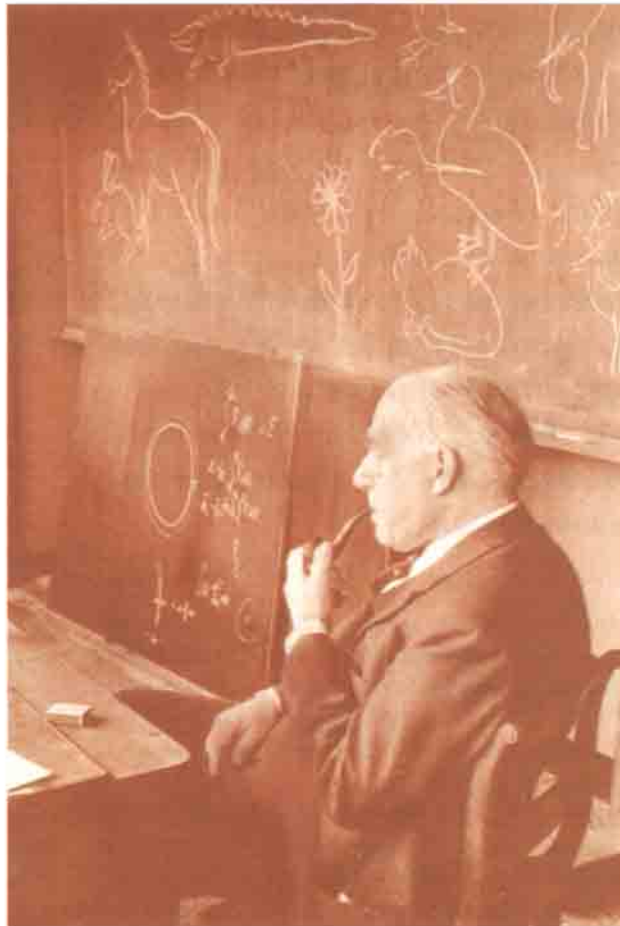
Atom yapısının anahtarını, salınan ışığın spektrumunda arayan bu görüşün, bir takım gözlemlere açıklık getirmekle birlikte, doğruluğu kuşku konusuydu. Bir kez aynı gözlemler başka hipotezlerle de açıklanabilirdi. Sonra, elektronların Bohr’un öngördüğü biçimde davrandığını gösteren somut kanıtlar da ortada yoktu henüz. Kaldı ki, kuantum yörüngeleri düşüncesi olgusal dayanaktan yoksundu.

Bohr’un hipotezi öncelikle hidrojen spektrumunu açıklamaya yönelikti. Gerçi olgusal olarak henüz yoklanmamıştı, ama hipotezin Balmer formülünde yer alan sayının anlamını belirginleştirmesi, geçerliği açısından önemli bir avantaj sağlamaktaydı. Ayrıca, Bohr’un değişik kuantum yörüngelerinin enerjilerini veren formülü, önerdiği atom kuramına istenen belirginliği kazandırdı:

$$2, \pi^2 m e^4 / h^3$$

(Formülde m elektron kütesini, e elektrik yükünü, h Planck sabitini göstermektedir. Bu harflerin deneysel

olarak saptanan değerleri formüle yerlerine konduğunda, bir saniyedeki titreşimi gösteren sayı, 32.903.640.000.000.000, elde edilmektedir. Barmel’in bulduğu bu sayıya “Rydberg sabiti” de denmektedir.)



Bohr oluşturduğu atomun kuantum kuramını yayımlamadan önce Rutherford’un incelemesine sunmuştu. Rutherford herşeyde basitliği arayan titiz bir kişiydi. Bohr’un yazısı karmaşık, uzun ve gereksiz yinelemelerle doluydu. Rutherford düzeltilmesini gerekli gördüğü noktalara değindikten sonra, “Çalışman gerçekten ilginç; kuramının atoma ilişkin pek çok probleme çözüm getirci nitelikte olduğunu söyleyebilirim”, diyerek genç bilimadamını yüreklendirmişti.

Bohr’un kuramı 1913’de İngiltere’de yayımlanır. Ne var ki, bilimadamlarının bir bölümünün tepkisi olumsuzdur: onlara göre, ortaya konan, bir kuram olmaktan çok rakamlarla oluşturulan bir düzenlemeydi. Oysa, başta Einstein olmak üzere kimi bilimadamları, çalışmanın büyük bir buluş olduğunu farketmişlerdi. Kuramın, spektroskopi biliminin atomik temelini kurduğu çok geçmeden anlaşılır. Bir yandan da kuramı doğrulayan deneysel kanıtlar birikmeye başlar.

Kopenhag Teorik Fizik Enstitüsü başkanlığına getirilen Bohr 1922’de Nobel Ödülü’nü alır. Artık kısaca “Bohr Enstitüsü” diye anılmaya başlayan Enstitü’ye dünyanın pek çok ülkesinden genç fizikçilerin akını başlar (Bunlar arasında Heisenberg, Pauli, Gamov, Landau gibi sonradan ün kazanan genç araştırmacılar da vardı). Kısa sürede dünyanın en canlı bilim merkezine dönüşen Enstitü bir grup üstün yetenekli genç için bulunmaz bir eğitim ortamı olmuştu.

Bohr hem bilgin kişiliği, hem insancıl davranışlarıyla büyük hayaller peşinde koşan bu gençlere yetkin bir örnek, esin kaynağı bir öncüydü. O, ne Rutherford gibi dış görünümüyle sarsıcı, ne de Einstein gibi “arabaya tek başına koşulan at”tı. Bohr çalışma yaşamında sergilediği istenç gücünün yanısıra neşe ve mizahıyla gönülleri fethetmesini biliyordu. Bir keresinde tartıştıkları bir teori üzerindeki sözlerini şöyle bağlamıştı: “Bu teorinin çılgınca bir şey olduğunu biliyoruz. Ama ayrıldığımız nokta, teorinin, doğru olacak kadar çılgınca olup olmadığıdır.”

Danimarka baştaçı ettiği bu insanla ne denli övünse yeridir.