

# BELİRSİZLİĞİN TA KENDİSİ WERNER HEISENBERG

Kuantum mekaniğinin önde gelen kuramcılardan ve adıyla anılan “Belirsizlik İlkesi”nin babası, 1932 Nobel Fizik Ödülü sahibi Werner Heisenberg, doğumu üzerinden 100’ü aşkın yıl geçmesine karşın, özellikle de kendi ilkelerinin ‘belirsizliğiyle’ tartışma konusu olmaya, fizik dünyasının gündeminde kalmaya devam ediyor. Hitler’in gizli atom bombası projesinin başarısızlığı, projenin lideri Heisenberg’in yetersizliğinin mi, ahlaki kaygılarının mı sonucuydu? Heisenberg, projeyi bilerek mi sabotaj etmişti? Bir kahraman mıydı, çıkarıcı mı? En önemlisi, bir zamanlar hocası olmuş ve onunla bilimsel ortaklığını sürdürmüş olan büyük atom kuramcısı Niels Bohr’la yolları, 1941 yılında gerçekleşen kısa bir buluşmanın ardından neden ayrılivermişti? Yazar Michael Frayn’ın bu gizemli buluşmayı ve geçmiş olabilecek tartışmaları odağına alan “Copenhagen” oyunu, sahneye konup çekimlerinin yapıldığı geçtiğimiz bir-iki yıl içinde büyük ilgi görerek, He-



isenberg’le ilgili tartışmaları yeniden başlattı. Bohr’un, 1957 yılında basılan “Bin Güneşten Daha Parlak” adlı kitapta Heisenberg’in yaptığı açıklamalara tepki olarak yazmaya başladığı ve bir tanesi dışında da göndermediği anlaşılan mektuplarıysa nihayet 2002 yılında Niels Bohr Arşivi İnternet sitesinde yayımlandı. Ancak, bunlar bile tartışmaları noktalayabilmiş değil. Oyunun yazarının sözleriyle, “düşünce ve niyetlere -kendinizin bile olmasın- kesin anlamlar yüklemek olanaksız. Mutlak sınırlarla çizilip avuç içinde tutulabilen tek bir düşünce ya da niyet bulamazsınız”. Bu sözler, çok sayıda değerlin yargılandığı bir savaş ortamında, milliyetçi duygularla insanı duyguların birbirleriyle çarpıştığı bir Nazi Almanyası’nda, hem bilim hem de bu bilim aracılığıyla nükleer silah üretmekle görevli çok parlak bir bilimadamına uyarlandığında, ortak bir karara varmanın güçlüğü şaşırtıcı değil. “Karmaşıklık” Heisenberg’in yaşamını betimlemede, “belirsizlik” kadar geçerli bir kavram.

Heisenberg'in bakışları, üniversite-ye başladığı 1920 yılından öncesinde bile, geleneksel ve bilinenden çok, yukarılara odaklanmıştı. Üniversiteye başladığında da normal müfredatı izlemek yerine doğrudan ileri araştırmalara geçmek konusundaki ısrarı, onu Münih'te kuramsal fizik profesörü olan Arnold Sommerfeld'e yöneltti. Üstün öğrenciler konusunda epey deneyimli olan Sommerfeld'in, Heisenberg'in taleplerine verdiği yanıt şu olmuştur: "Birşeyler biliyor da olabilirsin, hiçbirşey bilmiyor da olabilirsin. Göreceğiz." Heisenberg, bu şekilde bilimsel hırsına yuva olabilecek en uygun yeri bulmuş oldu. İçlerinde Wolfgang Pauli'nin de olduğu birçok büyük fizikçiyi, Heisenberg burada tanıma olanağı buldu.

Sommerfeld'in ilgisi, o sıralarda deren bir şekilde atom kuramı üzerinde yoğunlaşmıştı. 1915 yılında, özel görelilik kuramından yararlanarak Bohr'un atom modelinin sınırlarını genişletmiş ve yörüngedeki elektronların hareketlerini "kuantumlaştırmış" (elektronların ayrı enerji düzeyindeki yörüngesimlere yerleştiğini keşfetmiş), sonra da elektron enerjilerini hesaplamıştı. Bu, atom kuramı konusundaki ilerlemelerin oldukça hız aldığı bir dönemdi. Sommerfeld'in, yeni öğrencisinin yeteneklerini keşfetmesiye uzun zaman almadı. 1922'de, yani Heisenberg henüz 21 yaşındayken, ikisi birlikte X-ışını spektrumunun atom kuramı ve normal dışı Zeeman etkisi üzerine iki makale yayımlamışlardı bile. Aynı yıl Niels Bohr'la tanışan Heisenberg, atomlara ilişkin sıradışı görüşlerini onunla paylaştı. Görüşme Göttingen'de, Bohr'un bir dizi konferans verdiği ve sonradan Bohr Festivali olarak adlandırılan hafta sırasında gerçekleşmişti. Heisenberg, bu sürecin sonunda atom kuramcılarından oluşan küçük ve seçkin topluluğun arasındaki yerini almıştı bile.

Ancak Heisenberg'in uzmanlaştığı konu atom kuramı olmadı. Bir sonraki yayını, akışkan dinamiği alanındaydı. Sommerfeld ve öğrencilerinin büyük sıklıkla bu alandaki problemlere yönelmeleri, Heisenberg'i de bu yöne itmiş, doktora tezi de atom fiziği yerine sıvı akışı üzerine olmuştu.

## Kuantum Mekaniğine

## Yöneliş

Heisenberg, Münih'teki çalışmalarını 1923'te noktalamadan, Göttingen'deki Max Born Enstitüsü'nde altı ay geçirmişti. Born, atomlar için çoğulcisim problemlerini klasik mekanik problemleriyle benzeşim yoluyla çözümlemeyi hedefleyen iddialı bir araştırma programını yeni başlatmıştı. Araştırma, Heisenberg'le Born arasında, helyum atomu kuramı üzerine kurulan bilimsel bir işbirliğiyle sonuçlandı. Born, ayrıca Heisenberg'e Münih'teki çalışmalarını bitirdikten sonra Göttingen'e gelerek kendi asistanı olmasını teklif etti. Doktora tez savunması beklediği gibi geçmeyen ve ancak Sommerfeld'in ateşli savunmasıyla sınavı geçebilen genç bilimci, yaşadığı hayal kırıklığıyla Göttingen'e tereddüt etmeden geçti ve tümüyle atom kuramı üzerinde yoğunlaştı. Birkaç ay içinde de, normal dışı Zeeman etkisini, kuantum kuramının kurallarında değişiklik yaparak ele aldığı bir makalesinin yayımlanmasının ardından, üniversitede ders verecek düzeyde olduğuna karar verildi. 1924'te Göttingen'den bir süreliğine ayrılarak, Bohr'un kendisini birlikte araştırma yapmak üzere çağırdığı Kopenhag'a giden Heisenberg'in buradaki araştırmaları, ışının kuantum kuramı üzerinde yoğunlaştı.

Bohr, Hollandalı asistanı Hendrik Kramers ve Amerikalı araştırmacı John Slater'la birlikte, BKS kuramı olarak tanınan yarı-klasik bir kuram oluşturmuştu. Ancak varsayımları kısa süre içinde ciddi engellerle karşılaşmış ve bir kenara atılmıştı. Klasik dağılım kuramına göre, atomlar elektromanyetik alanlara, soğurulan ya da salınan ışının frekansında salınarak tepki veriyorlardı. Ancak böyle bir kuram, Bohr atomunun kuantum özelliklerini ve ışının bazı durumlarda parçacık 'davranışlarına' benzer davranışlar göstermesini açıklayamıyordu. Klasik dağılım kuramının BKS uyarlamasıysa, elektromanyetik ışını-



Niels Bohr (sağda) ve Werner Heisenberg, bir tartışma sırasında

mın dalga-benzeri olduğunu varsayması ve parçacıkları kapsamamasıyla klasik olma özelliğini koruyor, ama kuantum sıçramalarını da açıklıyordu.

Çözüm, bir "sanal ısınım alanı"nda (belirli bir sabit durumda, bir atomun kuantum geçişleri için olası frekansları içeren bir tür hayalet alan) yatıyordu. Nedensellik ve enerji korunumu gibi varolan fiziksel ilkeleri ihlal ediyor olsa da sanal alan, klasik dünyayla kuantum dünyasını birbirine bağlayacak yeni bir matematiksel çerçeve öneriyordu. İşte Heisenberg'in Göttingen'e dönüşünün ardından Born ile birlikte derinlemesine çalıştığı konu da bu oldu. Bu çalışmalar, Heisenberg'in kuantum mekaniğini ortaya çıkarmasını sağlayan kavramsal öncülleri oluşturmuşlardı. "Kinematik ve Mekanik İlişkilerin Kuantum Kuramıyla Yeniden Yorumlanması" başlıklı makalesiye, Heisenberg'in bu alandaki bilimsel katkısının belgesi ve modern kuantum mekaniğinde bir dönüm noktası niteliğinde. Makale aynı zamanda, atomlarla ilgili problemleri yalnızca gözlenebilir niceliklerden yararlanarak çözmeye çabalarıyla da keskin bir yol ayrımının işaretçisi konumunda. 9 Temmuz 1925'te yazdığı bir mektubunda Heisenberg şöyle diyor: "Bütün acizane çabalarım, gözlenemeyen yörüngeler kavramını dışlayıp yerine uygun bir başka kavram koyabilme yönünde."

Heisenberg'in çalışmaları bu anlamda, çabalarını atom mekaniğinin tümüyle ayrı bir kuantum benzerini oluşturma yönünde yoğunlaştıran Born'unkilerden çok daha öteye gitmişti. Üç boyutlu yörüngelerin karmaşıklığıyla uğraşıp durmak yerine, He-





perde arkasında yürütülecek sessiz çalışmalarla korunabileceği yolundaydı. Planck, Hitler'le de görüşmüş ve ondan, yaptıkları bilime engel olacak ve yeni yasanın sınırları dışında kalan hiç bir eylemde bulunulmayacağını garantisini almıştı. Kendisini ve bilimini tehlike altında görenlerden biri de, Yahudi olan ve kalmasına izin verilmiş olmasına rağmen çocukları için Almanya'da bir gelecek göremediği gerekçesiyle ülkeden ayrılmaya hazırlanan Born'du. Heisenberg, ona Planck'tan aldığı bilgiyi ileterek kalması için ne kadar ikna etmeye çalıştıysa da Born ona aldırış etmeyerek, Almanya'ya 1953'te geri dönmeden önce 17 yıl kaldığı İngiltere'ye göçetti.

Heisenberg, 1935 yılında Leipzig felsefe fakültesini silip süpüren ikinci bir büyük 'ihraç' dalgasının ardından, Nazi yetkililerine açık protesto noktasına çok yaklaştı. Çabaları sonuç veremeyince de siyasete karşı yeniden uyanan dehşet duygularıyla, yine geri çekilmek ve kendini yalnızca bilimine vermek zorunda kaldı.

Siyasetten uzak durmak, tanınmış bilimci için yine de pek mümkün olmadı. Heisenberg'e, artık emeklilik zamanı gelmiş olan Sommerfeld'in halefi gözüyle bakılıyordu. Ancak Nazi ideolojisi, artık fizikte de iyice esip yağdırmaya başlamış, görelilik ve kuantum mekaniği gibi modern kuramlar, Nobel Ödüllü fizikçilerce bile "Yahudi fiziği" diye anılır olmuştu. Bu fırtınadan Heisenberg de payını aldı ve fiziğinin "Einstein'ın fiziğinin ruhunu taşıdığı" gerekçesiyle bölüm başkanlığını bir başkasına kattı. Büyük bir ümitsizlik ve kedere kapılan Heisenberg, özel bağlantılar aracılığıyla Nazi rejiminin ilerigelenlerine başvurarak, kendisi hakkındaki görüşlerini yokladı. Bu arada, ülkeden göçetmeyi bile düşünmüştü. Nazi rejiminin farklı gruplarının "Heisenberg vakası"na ve bu anlamda fiziğe bakış açıları da farklıydı. Parti liderleri ve Nazi üniversite temsilcileri, ideolojiyi yarar üzerinde tutarken, Nazi rejiminin paramiliter örgütü SS sonunda Heisenberg ve modern kuramsal fiziğe desteğini vermeye karar verdi. Bu ikili bakış açısı uzun sürmedi. İkinci Dünya Savaşı'nın başlamasıyla, Nazi rejimi bir bütün olarak terazinin ideoloji yönünü dışlayarak fiziğin olası kullanımı üzerine yoğunlaştı.

## Savaş Yılları

Savaş başladıktan sonra Heisenberg, artık hükümetçe kabul görmüş durumdaydı ve Kaiser Wilhelm Fizik Enstitüsü'nün bilimsel yöneticiliği Otto Hahn ve kendisine verilmişti. Enstitü'nün o sıralar temel görevi, gizli bir savaş projesinin koordinasyonuydu. Burada, kendilerini "Uranyum Kulübü" olarak adlandırılan bir grup çekirdek fizikçisiyle birlikte Heisenberg, Hahn'ın çekirdek fisyonu keşfinin olası savaş kullanımlarını araştırmaktaydı. Bu olası kullanımların içinde denizaltı itkisi için nükleer reaktörlerin üretimi ve Heisenberg'in 1939 Aralık ayında yazdığı bir raporda belirttiği gibi "gücü, en şiddetli patlayıcıların gücünü binlerce kat aşan" yeni bir bomba da vardı!

Heisenberg'in bu çabada aldığı rol, nedenleriyle birlikte, hem fizikçiler hem de tarihçiler arasında bugüne kadar tartışılmalıdır. Nazi rejimine verdiği ödünler kişiliğiyle ilgili soruların temel hedefi oldu. "Heisenberg'in Savaşı"yla ilgili binlerce yazı ve makale yayımlanmış olsa da, bu konuda görüş birliği hâlâ yok. Bir görüşe göre, Hitler'in eline bir atom bombası geçme olasılığından duyduğu dehşetle, Heisenberg projenin ilerlemesine bile rek taş koymuş, bir başkasına göre de bir Alman atom bombası yapmak için var gücünü harcamış, işin içine giren fiziği tam anlayamadığı için de başarısız olmuştu. Heisenberg'in kendi anlatımına göreyse, bombanın yapılamayış nedeni, savaş koşulları nedeniyle yeterince gelişmenin sağlanamamış olmasıydı. Bu arada, bu "siyah ya da beyaz" yaklaşımını eleştirenler de yok değil. Onlara göre de atom bombası projesini tayin eden etken, Heisenberg'in yeterlilik ya da yetersizliği değil, projenin, zaten savaş sonuçlarını

etkileyecek kadar hızlı sonuçlanamayacağından hareketle ilgi kaybetmesi. Bir de, Almanların atom bombasını yapma işine gerçekten ciddi biçimde kalkışıp kalkışmadıkları sorusu var. Sonuçta, soruya basit bir yanıtın olmadığı kesin.

## Tartışmalar Sürüyor

Heisenberg'in savaş sonrası yaşamı da, aynı ölçüde olmasa bile tartışmalara konu oldu. Atom araştırmalarında öğütlerine başvurulduğu halde, sözcüğümleri ülkenin bilim politikasını belirleyecek merkezi organ olarak bir Alman Araştırma Kurumu" kurma girişimleri, çevresindeki bilimciler tarafından destek görmedi. Parçacık fiziğinde yaptığı savaş sonrası araştırmalar da kuşkuyla karşılanır olmuştu. Nazi dönemi boyunca koruduğu tutumuyla ilgili tartışmalar da aslında savaş sonrası anlatımlarla, özellikle de Amerikalı bir fizikçi olan Samuel Goudsmit'in Alman nükleer savaş çabasıyla ilgili olarak 1947'de yayımladığı kitabıyla başladı. Goudsmit, kitabında diktatörlüğün bilimi yönlendirmedeki başarısızlığını anlatmak için Heisenberg örneğinden yararlanmıştı. Bilimadamı, Robert Jungk'un 1957'de yayımlanan "Bin Güneşten Daha Parlak" kitabındaysa, Alman atom bombasının yapımını geciktiren bir kahraman olarak, ilk kez ahlaki bir simge haline getirilmişti. Ancak, Jungk'un kitabının da, siyasetin bilim ve bilimadamlarını hâlâ olumsuz etkilediği bir dönemde kaleme alındığını hatırlatanlar var.

Yazının başında sözünü ettiğimiz "Copenhagen" oyununun yazarı Michael Frayn ise Heisenberg'i sanatsal bir labirentin içinde ele almış. Hem kuantum belirsizliği hem de tarihsel belirsizliklerin (özellikle de Bohr-Heisenberg buluşmasına ilişkin) ortasındaki Heisenberg, Frayn'e göre ne "çirkin Alman", ne de bir kahraman. O yalnızca birbirine zıt kuvvetlerin başı arasında sıkışmış bir bilimadamı.

Derleyen: Nermin Arık

**Kaynaklar:**  
Durrani, M. "Secret Letters Cast Light on Copenhagen" Physics World, Kasım 2001  
Eckert, M. "Werner Heisenberg: Controversial Scientist" Physics World, Aralık 2001  
<http://www.nbi.dk/NBA/papers/docs/d01tra.htm>

